UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE

JOÃO MARCOS MOTT PAVANELLI

**A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz
elétrica brasileira: uma análise sob a ótica institucional**

São Paulo

2016

JOÃO MARCOS MOTT PAVANELLI

**A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz
elétrica brasileira: uma análise sob a ótica institucional**

Dissertação submetida à Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade.

Versão corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 19 de dezembro de 2016. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Toshiro Igari

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Pavanelli, João Marcos Mott

A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz elétrica brasileira : uma análise sob a ótica institucional / João Marcos Mott Pavanelli ; orientador, Alexandre Toshio Igari. – São Paulo, 2016
127 p. : il

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo
Versão corrigida

1. Energia solar - Brasil. 2. Geração de energia elétrica. 3. Sustentabilidade. I. Igari, Alexandre Toshio, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 621.470981

Dissertação submetida à Banca de Mestrado de autoria de João Marcos Mott Pavanelli, sob o título "*A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz elétrica brasileira: uma análise sob a ótica institucional*",

apresentado à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade, na área de concentração Ciências Ambientais, aprovado em 19 de dezembro de 2016 pela comissão examinadora constituída pelos doutores:

Prof. Dr. Alexandre Toshiro Igari

Presidente

Instituição: Escola de Artes Ciências e Humanidades / Universidade de São Paulo –
EACH/USP

Profa. Dra. Annelise Vendramini Felsberg

Instituição: Fundação Getúlio Vargas

Profa. Dra. Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias

Instituição: Escola de Artes Ciências e Humanidades / Universidade de São Paulo –
EACH/USP

Prof. Dr. Oswaldo dos Santos Lucon

Instituição: Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, CETESB

Agradecimentos

Agradeço a todos os envolvidos, direta ou indiretamente, na execução desta dissertação, com destaque:

- Aos membros da seção de pós graduação, em especial ao Fabiano Gomes Teixeira do Prado, ao Marcus Oliveira e à Vanessa de Lima Tavares, pela constante colaboração através de atividades administrativas essenciais ao andamento do programa, bem como esclarecimentos pontuais e ajudas em relação às burocracias prestadas ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho;
- Aos bibliotecários, em especial Analucia dos Santos Viviani Recine e Sandra Tokarevicz pela orientação, através de palestras e ajudas pontuais, das boas práticas de formatação bem como de sua suma importância na pesquisa acadêmica.
- À CAPES pela bolsa de mestrado cedida.
- À EACH-USP (Escola de Artes Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo) por toda a infraestrutura física e intelectual oferecida desde a graduação.
- Aos professores, colaboradores e funcionários da EACH- USP – Escola de Artes Ciências e Humanidades e do IEE-USP – Instituto de Energia e Meio Ambiente, local onde assisti à disciplinas esclarecedoras e que muito contribuíram com o presente trabalho.
- Às amigas: Carolina Girotti, Camila Nicoletti, profa. Grace Cardoso e Luiza Soeiro e, aos amigos: Alexander Bakri, Felipe Campos, Fernando Carvalho, Fernando Yanagawa Rafael Nihei, Rafael Farah e Victor Calesco. Ao longo dos últimos dois anos cada um colaborou em uma ou mais etapas importantes desta dissertação.
- Aos entrevistados por aceitarem participar da pesquisa e suas organizações de origem por ceder-lhes tão precioso tempo:
 - Prof. José Goldemberg por compartilhar de sua imensurável sabedoria sobre o setor energético, bem como à Fapesp.
 - Ao engenheiro e executivo Élio Vicentini por compartilhar de sua vasta experiência no setor elétrico, bem como à AES Eletropaulo.
 - Ao engenheiro e empresário Luciano Pelegrina por compartilhar de suas experiências valiosas em sua trajetória empreendedora no setor fotovoltaico, bem como à MC2 Solar.
 - Ao engenheiro e analista de pesquisa Gabriel Konzen pelos apontamentos esclarecedores sobre o setor fotovoltaico brasileiro, bem como à EPE.
- Em especial para:

- Juliana de Menezes Cardoso pelo companheirismo durante, não apenas toda a trajetória que abrange o mestrado onde a colaboração foi extensa, mas também na trajetória que abrange a vida, como um todo.
- Minha família: Luís Claudio Pelegrina Pavanelli, Ana Camila Hollo Mott Pavanelli e Ana Victória Mott Pavanelli pelo apoio. Também aos meus avós, em especial ao meu avô Irineu Pavanelli.
- Ao prof. Alexandre Toshiro Igari pela constante, extensa e brilhante colaboração, sem a qual este trabalho jamais existira.
- Ao prof. Sérgio Pacca pelo apoio e ajuda prestada desde antes do ingresso no programa até a etapa final, como membro suplente da banca.
- À profa. Annelise Vendramini Felsberg pela participação na composição da banca final com sua contribuição na área de sustentabilidade.
- À profa. Sylmara Lopes Francelino Gonçalves-Dias pela colaboração imensurável ao apresentar-me as literaturas que compõem boa parte do referencial teórico do presente trabalho.
- Ao prof. Oswaldo Lucon pela colaboração ímpar com o objeto de estudo, bem como pela aula esclarecedora sobre bases de dados para pesquisas de informações sobre o setor energético, e sobre o detalhamento e ensino didático de como entender os principais relatórios e boletins energéticos.
- Aos professores Prof. Dr. Eduardo de Lima Caldas e ao Prof. Dr. Rafael Feltran Barbieri por comporem como suplentes a banca de defesa.

Resumo

PAVANELLI. João Marcos Mott Pavanelli. **A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz elétrica brasileira:** uma análise sob a ótica institucional. 2016. 127p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Versão Corrigida.

A matriz brasileira de energia elétrica foi construída historicamente como resultado da confrontação de interesses econômicos, políticos e sociais. Graças a avanços tecnológicos, o setor elétrico brasileiro passa por uma fase de possível inserção de novos modelos, como a geração distribuída de fontes energéticas alternativas, como eólica, biomassa e solar fotovoltaica. Este trabalho oferece uma análise institucional para a compreensão das possibilidades de inserção da geração distribuída fotovoltaica na rede elétrica. Essa análise institucional foi feita através de uma triangulação de técnicas, partindo de revisão bibliográfica de literatura científica, que gerou um modelo analítico para identificar e classificar os principais marcos históricos que direcionaram a estruturação da matriz energética brasileira. Os dados foram confrontados com as entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico. Os resultados fundamentaram modelos que descrevem a formação histórica de instituições sob os aspectos econômicos, técnicos e normativos. Além disso, os resultados indicam um cenário favorável para investimentos em geração distribuída fotovoltaica até o final da década de 2020, mas também sugerem um possível conflito de equacionamento de custos entre os geradores distribuídos e as concessionárias de distribuição de energia elétrica.

Palavras-chave: Geração Distribuída (DG). Fotovoltaica. *Path Dependence*. Isomorfismo. Agentes Sociais Hábeis.

ABSTRACT

PAVANELLI, João Marcos Mott. **The integration of the photovoltaic distributed generation on Brazilian electric matrix:** an analysis from the institutional perspective. 2016. 127p. Dissertation (Master of Sustainability) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2016. Corrected Version.

The Brazilian electric matrix was built historically as a result of the confrontation among economic, political and social interests. Given the technological advance, the Brazilian's electric sector can introduce new models of electric generation, as the distributed generation from alternative energy sources as wind, biomass and photovoltaics. This study offers an institutional analysis to comprehend the perspectives of introducing distributed generation from photovoltaics on Brazilian electric network. This institutional analysis undertook a triangulation of techniques, starting from a literature review, which supported an analysis model. This model was used to identify and classify the main historic marks that constrained the choices concerning the Brazilian's electric matrix composition. Historical data was confronted to in-depth interviews with specialists of the Brazilian's electric sector. Results supported models which describe the historic formation of institutions under economic, technical and normative aspects. Furthermore the results indicate a favorable scenario to invest in distributed generation from photovoltaic systems in Brazil, at least until 2020, but they also forecast a possible conflict concerning the balance of some costs between the local energy's distributor and the owners of distributed generation systems.

Keywords: Distributed Generation (DG). Photovoltaic. Path Dependence. Isomorphism. Skilled Social Actors.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Capacidade instalada por fonte planejada em 2008 para 2009 a 2014.....	44
Tabela 02 - Capacidade Instalada auferida por ano entre 2009 e 2014.....	45
Tabela 03 - Diferença absoluta de capacidade instalada por fonte encontrada entre o PDE 2008 e o BEN 2015.....	46
Tabela 04 - Diferença de capacidade instalada por fonte encontrada entre BEN 2015 e o PDE 2008 em percentual.....	46
Tabela 05 - Capacidade instalada brasileira (1890-1930).....	104
Tabela 06 - Capacidade instalada brasileira (1930-1945).....	106
Tabela 07 - Capacidade instalada brasileira (1945-1962).....	109
Tabela 08 - Capacidade instalada brasileira (1962-1979).....	113
Tabela 09 - Capacidade instalada brasileira (1979-1992).....	116
Tabela 10 - Capacidade instalada brasileira (1992-2002).....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Convergência conceitual sobre instituições de Noth, DiMaggio e Powell e Fligstein.....	26
Quadro 02 - Classificação das fontes energéticas.....	34
Quadro 03 – Exclusividade e rivalidade de fontes de energia primárias e secundárias.....	35
Quadro 04 – Marcos técnicos do setor elétrico brasileiro 1879 a 2008.....	54
Quadro 05 – Marcos econômicos 1879 a 2015.....	57
Quadro 06 – Marcos institucionais 1879 a 2015.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Modelo Analítico para o surgimento, a consolidação e as transformações dos aspectos institucionais, técnicos e econômicos na trajetória histórica do setor elétrico brasileiro.....	27
Figura 02 – Percentual de consumo final de energia por fonte em 2013.....	31
Figura 03 – Participação por fonte na geração de eletricidade em 2013.....	32
Figura 04 – Geração elétrica no mundo – 10 maiores países em 2010 (%).....	33
Figura 05 – Potência acumulada em instalações fotovoltaicas – sistemas não conectados e sistemas conectados à rede.....	36
Figura 06 – Queda dos preços do kW pico instalado dos sistemas fotovoltaicos em Euro.....	38
Figura 07 – Total absoluto em kW de potência instalada por fonte de geração distribuída no Brasil acumulado até agosto de 2016.....	42
Figura 08 – Evolução do número absoluto total de solicitações de acesso de geração distribuída no Brasil até agosto de 2016.....	42
Figura 09 - Triangulação e entre revisão de literatura (acompanhada de estruturação de modelo de análise), revisão documental histórica e entrevistas em profundidade.....	48
Figura 10 – Manutenção do modelo hidrelétrico como principal fonte de geração durante o século XX e incremento de termelétricas a partir da crise de abastecimento de 2001-2002.....	55
Figura 11 – Definição do padrão de transmissão de energia elétrica (trajetória técnica para possibilitar geração distribuída no Brasil).....	56
Figura 12 – Trajetória da origem do capital dos investimentos de 1889 a 1990.....	58
Figura 13 – Ruptura da predominância do Governo Federal na expansão da infraestrutura elétrica e emergência do Programa Nacional de Desestatização (PND).....	59
Figura 14 – Trajetória da origem do capital 1991-2015.....	60
Figura 15 – Trajetória institucional da origem do capital 1879-1939.....	61
Figura 16 – Trajetória institucional da origem do capital 1934-1991.....	62
Figura 17 – Trajetória institucional de privatizações que culminam na criação da ANEEL.....	63
Figura 18 – Trajetória institucional para possibilitar a geração distribuída no Brasil.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCE – Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica
ABGD – Associação Brasileira de Geração Distribuída
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AES Eletropaulo – American Energy System Eletropaulo
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN – Balanço Energético Nacional
BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CAMEX – Câmara de Comércio Exterior
CCONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CHESF – Companhia Hidrelétrica do Rio São Francisco
Confins – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CPF – Cadastro de Pessoa Física
Dist – Élio Vicentini
DG/GD – Geração Distribuída
EIA – Energy Information Administration
ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FHC – O ex presidente Fernando Henrique Cardoso
FV – Luciano Pelegrina
Gov – José Goldemberg
HE - Hidrelétrica
ICMS – Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA – International Energy Agency
IEE – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo
LERs – Leilões de Energia Reserva
MME – Ministério de Minas e Energia
PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas
PDE – Plano Decenal de Energia
Pesq – Gabriel Konzen
PIS – Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público

PPP – Parceria Público Privada

PPT – Programa Prioritário de Termelétricas

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PRODIST – Procedimentos de Distribuição

RN – Resolução Normativa

SFCR – Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede Elétrica

Sumário

1	Introdução	15
2	Objetivos	17
3	Contextualização teórica	18
3.1	Aportes teóricos para o modelo de análise.....	18
3.1.1	Campo.....	20
3.1.2	Instituição.....	21
3.1.3	Agente.....	22
3.2	Path Dependence.....	22
3.3	Isomorfismo Institucional.....	23
3.4	Crise e Agente Hábil.....	25
3.5	Consolidação dos conceitos.....	26
3.5.1	Consolidação do Referencial Analítico	27
4	Contextualização do Objeto de Estudo	28
4.1	Energia.....	28
4.1.1	Energias Renováveis	32
4.1.2	Surgimento da célula fotovoltaica	34
4.1.3	Breve apresentação dos aspectos técnicos.....	35
4.1.1	Atributos mercadológicos dos Sistemas Fotovoltaicos .	36
4.1.2	Geração Distribuída (<i>Distributed Generation</i> - DG)	37
5	Os atuais instrumentos de planejamento de longo prazo: BEN e PDE	42
6	Procedimentos Metodológicos	46
6.1	Sumário.....	46
6.2	Considerações acerca dos métodos escolhidos.....	48
6.3	Metodologia: Triangulação de técnicas.....	49
6.3.1	Pesquisa bibliográfica	50
6.3.2	Pesquisa documental	50
6.3.3	Entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico ...	50
7	Resultados.....	52
7.1	Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Técnica	53
7.2	Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Econômica	56

7.3	Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Institucional.....	60
7.4	Entrevistas em profundidade	66
7.4.1	Quanto à questão histórica da hidrelétrica centralizada como principal fonte e o futuro da geração centralizada	66
7.4.2	Quanto aos aspectos normativos, técnicos e econômicos que influenciam a geração distribuída no Brasil.....	67
7.4.3	Quanto às perspectivas dos entrevistados sobre o futuro da geração fotovoltaica distribuída no Brasil	77
7.4.4	Quanto à relação entre a geração distribuída e as concessionárias de distribuição de energia elétrica	80
8	Discussão.....	81
8.1	Modelos Explicativos à luz das Entrevistas em Profundidade	81
8.1.1	Dependência brasileira da geração hidrelétrica e suas relações com <i>path dependence</i> , isomorfismo e crise	82
8.1.2	Aspectos normativos, econômicos e técnicos que delimitam a escolha pela fonte de geração de energia elétrica	83
8.1.3	Quanto à crise, agentes hábeis e novos ambientes institucionais	88
8.2	Posicionamento do trabalho na literatura	89
9	Conclusão.....	91
10	Bibliografia.....	93
11	Anexos	99
11.1	Anexo 1 – Roteiro de pesquisa qualitativa	99
11.2	Anexo 2 - História da Energia Elétrica no Brasil.....	100
11.2.1	1879 a 1896 – Período de experiências e empreendimentos pioneiros	101
11.2.2	1897 a 1929 – Período de capital estrangeiro e grupos privados nacionais.....	102
11.2.3	1930 a 1945 – Período de regulamentação	105
11.2.4	1946 a 1963 – Período de políticas de governo e empresas públicas	108
11.2.5	1964 a 1990 – Período de consolidação e crise do modelo estatal..	110
11.2.6	1991 a 2009 – Privatização e reformas	117
11.2.7	2002 a 2015 – Nova reforma e parcerias público privadas	124

1 Introdução

O Brasil iniciou sua geração de energia elétrica com um locomóvel¹ no Rio de Janeiro, de forma bastante pioneira em âmbito mundial, no ano de 1879, mesmo ano da invenção da lâmpada por Thomas Edison. A partir de 1889 começam a surgir as hidrelétricas, sendo Marmelos Zero, em Juiz de Fora, o primeiro empreendimento deste tipo de geração na América Latina. Em um primeiro momento a expansão hidrelétrica caracterizou-se pela geração local de pequeno porte. Mas esta geração aumentou em porte e escala assim que o avanço tecnológico permitiu grandes projetos de barragens, de turbinas e de transmissão de energia, que viabilizaram usinas de grande porte como Itaipu, inaugurada em meados dos anos 1980, e mais recentemente, Belo Monte. Neste modelo, grandes usinas centralizam a geração de energia elétrica, sendo interligadas pelas redes de transmissão, que, por sua vez, capilarizam-se por linhas de distribuição até chegar aos consumidores finais, muitas vezes distantes milhares de quilômetros da geração.

O setor elétrico brasileiro manteve historicamente a predominância da fonte de geração hidrelétrica que, em 2013, foi responsável por mais de 70% do total de eletricidade produzida (BEN, 2014). Esta preferência pela geração hidráulica como a principal fonte de energia elétrica brasileira pode ser explicada através do que Douglass North (1990) chamou de “*path dependence*”, que seria uma trajetória institucional² que realimenta e reforça os caminhos inicialmente escolhidos (NORTH, 1990, p. 62).

Complementarmente, o isomorfismo proposto por DiMaggio e Powell (1983) equaciona em maior detalhe algumas possibilidades de realimentação e reforço das trajetórias, discriminando os fatores que mantêm a estabilidade e levam à reprodução das instituições³ ao longo do tempo, restringindo as opções alternativas. O isomorfismo levaria à homogeneização

¹ Locomóvel é uma máquina a vapor, um tanto quanto obsoleta, que normalmente era montada sobre rodas. Sua utilização, em alguns casos, servia para geração de energia elétrica.

² O termo será detalhadamente explicado em seção oportuna, mas adianta-se aqui que instituições refere-se as regras formais ou informais que são aceitas pela maioria dos agentes e das organizações, bem como as estratégias utilizadas por tais agentes e organizações para atingirem seus objetivos.

³ Instituição refere-se às regras, enquanto organização refere-se à um grupo de indivíduos que interagem em prol de um objetivo comum.

das instituições, o que contribuiria para compreender por que, tendo tanto potencial eólico ou de irradiação solar quanto potencial hídrico, o Brasil não possui grandes usinas eólicas e solares.

Assim, DiMaggio e Powell (1983) avançam no que denominam isomorfismo institucional, e destacam três mecanismos principais que explicam a estabilidade e homogeneidade nos regramentos, normas e nos modelos de decisão dos agentes⁴: o isomorfismo coercivo (resultante de pressões regulatórias ou assimetrias substanciais de poder); o isomorfismo mimético (quando as incertezas no campo⁵ levam à reprodução das normas, modelos e processos predominantes); e o isomorfismo normativo (quando a formalização e profissionalização do campo resultam em agentes que tomam decisões de maneira homogênea).

Enquanto os modelos de “*path dependence*” e de isomorfismo contribuem para o entendimento da estabilidade e reprodução das instituições no setor elétrico brasileiro, para entender as mudanças nestes padrões institucionais, este estudo apropriou-se das reflexões de Neil Fligstein a respeito do papel das crises⁶ nas quebras ou transformações dos padrões institucionais, assim como do agente hábil⁷, como ator social capaz de promover cooperação e construir coalizões, tanto para a mudança quanto para a estabilização das instituições, dependendo de sua posição no campo (FLIGSTEIN, 2007).

Desta maneira, este estudo parte da premissa de que os fatores históricos são fundamentais para a delimitação das instituições que levaram à priorização da geração hidrelétrica em detrimento de outras. Os processos históricos de consolidação, manutenção e

⁴ Agentes são representados por pessoas físicas (indivíduos), empresas, partidos políticos, universidades e escolas, sindicatos, agências regulatórias, entidades de classe, órgãos públicos, comissões públicas, ou qualquer outro atuantes de um campo. Quanto em conjunto, indivíduos compõem uma organização. Agentes elaboram e alteram as regras das quais estarão submetidos. Agentes com tal poder são caracterizados como dominantes, enquanto agentes sem poder são caracterizados como dominados.

⁵ Espaço que compreende agentes e organizações que interagem mediante à presença de instituições, através de lutas simbólicas, para atingirem seus objetivos.

⁶ Qualquer instabilidade no campo que gere má compreensão dos agentes e das organizações em relação às instituições ali presentes, atrapalhando ou diminuindo o fluxo de informações e transações entre os mesmos.

⁷ Agente ou organização capaz de estabilizar as crises do campo através da homogeneização dos significados entre os demais agentes e organizações. Agente é qualquer indivíduo ou organização que interaja em um campo. O agente hábil é um indivíduo que induz a cooperação entre os demais agentes através de sua capacidade de organizar, sistematizar e transmitir as informações, tornando os símbolos homogêneos para os demais agentes do campo. Tal agente hábil pode representar os interesses dos dominantes ou pode apresentar-se na figura de desafiante. Em ambos os casos, como dominante ou desafiante, o agente hábil pode ou não ser dotado de poder no campo.

mudança das instituições modulariam os vetores normativos, técnicos e econômicos que atuam sobre a matriz elétrica brasileira. A geração distribuída fotovoltaica⁸, neste contexto, representa um modelo alternativo que subverte a trajetória histórica de concentração do fornecimento, na medida que cada consumidor conectado à rede elétrica é também um potencial gerador, assim como reduziria a predominância das fontes hidráulicas no país.

A compreensão sobre as possibilidades deste modelo de geração passam pelo entendimento dos aspectos que promoveram a consolidação e reprodução do modelo hidrelétrico, assim como das crises e agentes sociais hábeis que permitiram e impulsionaram mudanças no setor.

2 Objetivos

Objetivo principal:

- Analisar a influência dos aspectos institucionais na integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz elétrica nacional.

Objetivos específicos:

- Descrever como se deu o processo histórico de consolidação tecnológica, econômica e institucional da matriz energética nacional.
- Identificar mudanças nos padrões tecnológicos, econômicos e institucionais.

Esta dissertação contará com nove capítulos, sendo o primeiro e segundo já apresentados, contemplando a introdução e os objetivos. O terceiro e próximo capítulo traz a contextualização teórica do trabalho, que diz respeito aos detalhes das escolhas dos autores e das principais

⁸ Geração Distribuída: Geração de energia elétrica, normalmente de baixa potência instalada (no Brasil, limitada à 5 MW), e construída de forma descentralizada de modo a ser consumida próxima de seu local de obtenção.
Geração Fotovoltaica: Transformação de energia luminosa, proveniente dos raios solares, em energia elétrica.
Geração Distribuída Fotovoltaica: Geração de eletricidade através dos raios solares com potência instalada de até 5 MW consumida próxima do local de obtenção.

teorias e estudos que compõem o modelo analítico, que compreendem os conceitos de *path dependence*, isomorfismo institucional, crise e agente hábil.

O quarto capítulo apresenta o objeto de estudo e contextualiza elementos associados ao conceito de energia, convergindo para o foco deste estudo, já apresentando algumas condições normativas, técnicas, e econômicas relevantes para a geração distribuída fotovoltaica no Brasil.

O quinto capítulo é destinado a apresentar os procedimentos metodológicos e contextualiza a escolha pela triangulação de técnicas, detalhando cada um dos procedimentos realizados ao longo do trabalho: a pesquisa teórica com revisão de literatura, a pesquisa documental com a análise histórica e as entrevistas em profundidade com a análise temática de seu conteúdo.

O sexto capítulo compreende a apresentação dos resultados obtidos na pesquisa documental identificando as trajetórias históricas dos aspectos normativos, técnicos e econômicos, além de apresentar os resultados obtidos nas entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico.

O sétimo capítulo traz a discussão dos resultados, e confronta-os, buscando as principais convergências obtidas na triangulação que possam responder as perguntas de pesquisa, e também contextualizá-la na literatura institucional.

O oitavo capítulo contém a conclusão desta dissertação, e procura sintetizar os principais resultados que respondem aos objetivos propostos pela pesquisa. Também neste capítulo são apresentadas as lacunas deixadas pela pesquisa e as perguntas que foram por ela geradas. O nono e último capítulo é composto pelas referências bibliográficas utilizadas ao longo de todo o trabalho, sendo o décimo capítulo anexos.

3 Contextualização teórica

3.1 Aportes teóricos para o modelo de análise

O presente estudo procura entender como se deu o processo histórico de consolidação tecnológica, econômica e institucional da matriz elétrica nacional, que fizeram com que a

energia hidráulica centralizada se tornasse predominante na composição da matriz. A compreensão do processo de formação e consolidação das instituições que orientam o setor elétrico brasileiro fornece elementos para o equacionamento mais preciso das possibilidades de inserção de sistemas fotovoltaicos de geração distribuída na matriz energética nacional.

Os estudos institucionais de Douglass North (1990) fornecem uma primeira proposição analítica a este trabalho, que procurou entender a influência da raiz história na formação da rede elétrica brasileira, localizando marcos que possam explicar a adoção majoritária do padrão hidráulico centralizado de geração. A hipótese de *Path Dependence*, a ser apresentada mais detalhadamente posteriormente, pode vir a ser corroborada ao longo da história brasileira de formação do setor elétrico.

A hipótese de *Path Dependence* encontra complementaridade explicativa nas proposições de Isomorfismo Institucional de DiMaggio e Powell (1983), apesar das divergências das duas correntes teóricas (Economia Institucional e Nova Sociologia Econômica, respectivamente) quanto ao papel da economia, dos mercados e das relações sociais na estruturação e mudança institucional. O conceito de Isomorfismo Institucional é enfatizado por DiMaggio e Powell (1983) nos estudos organizacionais, onde investiga-se o papel das estruturas e relações sociais na reprodução das instituições e procura-se entender as forças que delimitam as mudanças nas organizações. Assim, o Isomorfismo Institucional complementa o arcabouço teórico para a análise a respeito da manutenção da inércia no setor elétrico brasileiro em torno do modelo hidráulico centralizado.

Conforme as perspectivas de adesão de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica tornam-se tecnicamente viável em grande parte do Brasil, surge uma nova opção para a geração de energia elétrica. Entretanto, a viabilidade econômica ainda é questionável. Os *paybacks* variam entre sete e doze anos, o que é atrativo sob a perspectiva da vida útil do equipamento, que pode chegar a 30 anos com garantia de 25 anos (ZILLES et al., 2012). Entretanto, os altos custos de capital no Brasil inviabilizam muitos investimentos produtivos (MITSCHER; RÜTHER, 2012), o que contribui para que os painéis fotovoltaicos ainda não sejam adotados em larga escala.

Entende-se que o avanço dos SFCR não depende somente da viabilidade técnica e econômica dos projetos, mas fundamentalmente do arranjo institucional que propicia as regras (formais e tácitas) e afeta assim as relações econômicas e sociais entre os agentes do mercado.

Entender esses aspectos é fundamental para explicar prosperidade de determinadas alternativas em detrimento a outras (NORTH, 1990). A abordagem institucional ajudará a compreender a resistência ao uso e adoção de fonte solar no Brasil, podendo assim contribuir para identificar, nesse arranjo, aspectos macro conjunturais que restrinjam ou que ofereçam oportunidade para a penetração e consolidação de SFCR na matriz elétrica nacional.

Também torna-se relevante, no intuito de conceber um modelo de análise que contemple também os vetores de mudança institucional, agregar as ideias de Neil Fligstein (2001), sobre crise e habilidade social. O autor apresenta a crise como um momento oportuno para inserir mudanças nas regras do jogo, e considera a habilidade social – a capacidade de induzir a cooperação dos demais agentes do setor – fundamental na construção e manutenção das ordens locais.

É oportuno, neste ponto da contextualização teórica, demonstrar o entendimento deste estudo acerca de conceitos constantemente mencionados ao longo do texto. Um dos problemas nas análises institucionais reside no fato de que conceitos como “instituição” são banalizados ou equivocadamente interpretados, não dando a real dimensão do que se trata (ÖSTROM, 2005, p. 822). A seção seguinte apresentará o entendimento deste estudo a respeito dos termos “campo”, “instituição” e “agente”, no sentido de convergi-los em relação aos seus tratamentos dados pelos diferentes autores e textos utilizados para compor o presente referencial teórico.

3.1.1 Campo

O conceito de campo é amplo, e foi contextualizado por Pierre Bourdieu (2005). O autor já ensaiava em seus estudos sociológicos as diretrizes que definem um campo, entretanto não deu ênfase à operacionalização empírica de seus modelos. Já DiMaggio e Powell (1983) inserem, em seus trabalhos em sociologia organizacional, o conceito de campo organizacional, procurando incrementar a robustez empírica das análises institucionais. O conceito de campo, segundo estes autores, compreende o conjunto das relações entre as organizações que compõe a vida institucional.

O campo também pode ter um sentido bastante restrito, como sugere Fligstein (2001), que o descreve como um setor econômico. Ao procurar operacionalizar empiricamente análises institucionais, Elinor Östrom (2005, p. 829) apresenta um conceito semelhante, embora não utilize do termo campo. A autora menciona a “arena social” e a descreve como espaços onde

indivíduos se confrontam e interagem. Östrom afirma que o conceito de arena social é análogo ao conceito de campo utilizado por Bourdieu, DiMaggio e Powell e Fligstein⁹.

3.1.2 Instituição

Instituições são as regras do jogo e a forma como o jogo é jogado, e (NORTH, 1990, 2005). Compreendem tanto as regras formais como as normas informais e suas características de execução, incentivos e sanções (NORTH 2005, p. 22). Östrom (2005, p. 824), convergindo com a proposição de North (1990, 2005), define instituição como regras, normas e estratégias que humanos utilizam em situações repetitivas. A autora entende por:

- Regras: as prescrições compartilhadas que são mutualmente compreendidas e reforçadas em situações de modo preditivo por agentes responsáveis pelo monitoramento, condução e imposição de sanções. Podem ser prescrições na forma de leis, regulações, portarias, sanções, incentivos, entre outras.
- Normas: as prescrições compartilhadas que são conhecidas e aceitas pela maioria dos participantes que afetam intrinsecamente a relação custo e benefício, mas não através de sanções ou estímulos. Podem ser prescrições culturais.
- Estratégias: os planos produzidos pelos indivíduos perante a estrutura de incentivos produzida pelas regras e normas, bem como da expectativa de como outros indivíduos devem comportar-se.

DiMaggio e Powell (1983) não definem diretamente instituições, mas afirmam que, tanto aspectos políticos (como ordens governamentais, sistemas racionalizados e o complexo de ordenamentos contratuais), como por aspectos cerimoniais (como por exemplo, as relações de poder), podem ser entendidos como instituições que influenciam parte considerável da vida social moderna. Instituições também podem ser bem explicadas através de regras e significados que produzem as interações entre atores e ajudam a definir quem ocupa qual posição nas relações sociais (FLIGSTEIN, 2001).

⁹ “The concept of an action arena is analogous to the concept of fields as used by Bourdieu, DiMaggio and Powell, and Fligstein.” (ÖSTROM, 2005, p. 828).

3.1.3 Agente

Os autores que compõem este referencial teórico, de um modo geral, não definem agente diretamente nas bibliografias analisadas, mas referem-se a: indivíduos (que quando atuando em conjunto formam organizações), atores, *players*, empresas, firmas, partidos políticos, universidades, sindicatos, agências regulatórias, (NORTH, 1990, 2005; FLIGSTEIN, 2001; DIMAGGIO e POWELL, 1983; OSTROM, 2005), entre outros termos, para designar o que neste trabalho será entendido como qualquer indivíduo ou organização que participe de um campo, e que assim esteja sujeito às suas inerentes instituições.

3.2 Path Dependence

O termo *Path Dependence* foi utilizado pela primeira vez no artigo de Paul David (1985) para descrever como uma atividade de datilógrafos tornou-se padronizada e fixa e qual era a relevância do conjunto de acontecimentos históricos que culminaram para tal fato (NORTH, 1990 p. 93).

O fenômeno de *path dependence* é caracterizado por Douglass North (1990 p. 93) como mudanças tecnológicas incrementais que, uma vez em uma trajetória específica de inovação, possuem a tendência de manter-se na mesma trajetória, e a considerar como a melhor alternativa por sempre utilizar-se dela. Nas palavras de North (1990) *path dependence* "(...) vem dos mecanismos de retorno crescente que reforçam a direção uma vez em um determinado caminho". (p.112)

A trajetória histórica do setor de energia elétrica brasileiro, com especial destaque para os fatores de inovações tecnológicas e institucionais, é analisada neste estudo a partir da perspectiva de *path dependence* e, como consequência, esta análise colabora para entender melhor os resultados econômicos e as perspectivas das trajetórias determinadas (NORTH, 1990 p. 103). North (1990, p. 112) ainda afirma que *path dependence* seja a chave para um entendimento analítico da mudança da economia a longo prazo".

Muito embora *path dependence* possa ser uma abordagem utilizada oportunamente para explicar como foram constituídas as trajetórias que formaram os arranjos institucionais, estas trajetórias não devem ser consideradas como "histórias de inevitabilidade", onde o passado é o

único fator de influência (NORTH, 1990 p. 98). No presente estudo também são abordados aspectos de isomorfismo e de quebras de padrão institucional durante a estruturação histórica do setor elétrico.

3.3 Isomorfismo Institucional

A abordagem de Isomorfismo Institucional aplicado às organizações recebe destaque no artigo “*The iron cage revisited: Isomorphism and collective rationality in organizational fields*” dos autores Paul DiMaggio e Walter Powell (1983), que estudam o teor institucional presente no fenômeno de homogeneização das organizações.

Para melhor explicar, os autores argumentam que as organizações tornam-se mais homogêneas pelo processo de isomorfismo. O termo foi cunhado pela primeira vez por Amos Hawley (HAWLEY, 1968 apud DIMAGGIO, POWELL 1983), que definiu isomorfismo como um processo restritivo que força uma unidade de população a se assemelhar as outras unidades frente ao mesmo conjunto de condições ambientais.

DiMaggio e Powell (1983) afirmam categoricamente que essa homogeneidade, resultante dos vetores de isomorfismo, pode ser abalada sempre que houver mudanças na macroconjuntura, no ambiente competitivo, na estrutura formal, na cultura organizacional, nos objetivos, nos programas ou nas missões das organizações. Os autores convergem seus esforços para o que categorizam como Isomorfismo Institucional, que seria a tendência das organizações apresentarem homogeneidade em suas estruturas e nas normas de conduta formais e tácitas que balizam as relações entre os atores do campo social, sejam eles internos ou externos à organização.

Destacam-se três mecanismos principais que explicam tal estabilidade nos regramentos: o mecanismo coercivo, o mimético e o normativo (DIMAGGIO; POWELL, 1983). Além de sua caracterização mais recorrente, como imposição governamental de regras que acabam por induzir a homogeneização das organizações, o isomorfismo coercivo pode ser ilustrado também através do exemplo de serviços de infraestrutura, que normalmente são operados por monopólios ou oligopólios. Tais organizações assumem uma posição de dominância no campo e exercem pressões sobre as demais organizações, tanto a jusante quanto a montante na cadeia produtiva, para que sigam os modelos organizacionais e as normas de conduta impostas pelas dominantes (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Quando existem forças significativas de incerteza (como má compreensão tecnológica, objetivos ambíguos ou quando o ambiente apresenta incertezas conjunturais) o isomorfismo pode ser causado por mimetismo. Em tais casos organizações tendem a copiar umas às outras, buscando por soluções comuns para problemas semelhantes enfrentados também por outras organizações, o que implica em menores custos, uma vez que as organizações que mimetizam não precisaram explorar os mesmos caminhos da pesquisa e da inovação. O processo mimético seria, simplificado, a tendência de organizações modelarem a si mesmas similarmente a outras organizações do campo, por assim as perceberem como mais legítimas ou bem sucedidas (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

Já as pressões isomórficas normativas resultam do processo de profissionalização do campo. Dois aspectos da profissionalização são importantes fontes de isomorfismo, sendo o primeiro o processo de educação formal produzido por organizações de ensino e o segundo sendo o crescimento de redes profissionais que influenciam as decisões nas organizações, capazes conjuntamente até mesmo de incorporar novos parâmetros de decisão racional (DIMAGGIO; POWELL, 1983).

DiMaggio e Powell (1983) ainda propuseram predições quanto a relação entre a intensidade dos processos isomórficos e variáveis conjunturais do setor produtivo em que as organizações estão inseridas, tais como diversidade de fontes de recursos, dependência de agências estatais, diversidade de modelos alternativos, incerteza tecnológica, profissionalização e estruturação do setor. As predições de DiMaggio e Powell (1983 pp. 155 e 156) são sintetizadas a seguir, e parametrizarão a análise quanto aos eventuais vetores de isomorfismo no setor elétrico nacional:

1. Quanto maior a dependência das organizações em uma única fonte de recursos vitais, maior o nível de isomorfismo coercivo.
2. Quanto mais transações dependerem de agências estatais, maiores serão os níveis de isomorfismo do setor como um todo.
3. Quanto menor o número de modelos alternativos plausíveis, mais rápida será o nível de isomorfismo naquele setor.
4. Quanto maior a incerteza em relação à tecnologia ou quando objetivos são ambíguos em um setor, maior o isomorfismo mimético.
5. Quanto maior a profissionalização do campo, maior o isomorfismo normativo.
6. Quanto mais bem estruturado for o setor, maior a grau de isomorfismo.

3.4 Crise e Agente Hábil

Os conceitos apresentados nas seções anteriores de *path dependence* e de isomorfismo, oriundos da economia institucional e da sociologia institucional respectivamente, possuem força em seus modelos explicativos de criação, manutenção e reprodução das instituições presentes em um campo, porém não enfatizam o entendimento a respeito das mudanças institucionais ocorridas ao longo do tempo (FLIGSTEIN; MCADAM, 2012, p. 28).

Portanto, para explicar as rupturas tecnológicas, econômicas e institucionais presentes na trajetória histórica do setor elétrico, este trabalho incorpora o efeito das crises, como apresentado por Fligstein (2001):

“(...) uma situação na qual os grupos principais estão tendo dificuldades em reproduzir seu privilégio já que as regras que governam a interação não estão mais funcionando.” (FLIGSTEIN. 2001, p. 25).

No caso do objeto de estudo, sempre que as instituições não forem capazes de estabelecer condições estáveis de relacionamento entre os agentes do setor elétrico, compreender-se-á que trata-se de um momento favorável à mudança institucional. As crises podem ter sua origem tanto dentro do setor elétrico brasileiro, através de uma nova regulamentação, quanto pela chegada de um novo agente que pode, por exemplo, alterar os preços e as condições do mercado interno (FLIGSTEIN; McADAM, 2012).

Para este trabalho também é fundamental entender como os agentes estabelecem as estruturas institucionais e como eles alteram esta estrutura ao longo do tempo (FLIGSTEIN; McADAM, 2012, p.6). Neste sentido, Neil Fligstein (2001) descreve o papel de atores sociais hábeis. Agentes hábeis, ou atores sociais hábeis, são entendidos como agentes capazes de obter a cooperação entre os demais agentes de um campo através da empatia, que propicia a compreensão dos significados, das identidades, das preferências, dos interesses e das escolhas dos demais agentes do campo. O agente hábil também possui uma capacidade expressiva de interlocução. Quanto mais grave for a condição da crise, ou seja, quanto mais turbulenta forem as relações sociais presentes em um campo, maior será a influência de um agente hábil.

O agente hábil pode apresentar-se tanto como uma pessoa física, na forma de um presidente, ministro, ou profissional do setor, quanto na forma de uma organização, desde que tenha a capacidade de obter a cooperação dos demais agentes, de forma a estabilizar as relações sociais existentes no setor. Portanto, os agentes hábeis podem desempenhar papéis

fundamentais na estruturação, na reprodução e na transformação das instituições. Ao estabelecer soluções que estabilizem as relações entre os agentes de um campo, e ao induzir a cooperação dos demais agentes, os agentes hábeis colaboram para uma compreensão mútua das relações sociais presentes no campo (FLIGSTEIN, 2001), promovendo segurança no ao estabelecer resultados razoavelmente previsíveis a comportamentos escolhidos a priori ¹⁰.

A habilidade social possui origens na interação simbólica, que explica a identidade como um “(...) conjunto de significados que os agentes possuem e que definem quem eles são e o que querem de uma determinada situação.” (FLIGSTEIN, 2001, p. 15). Os atores hábeis agem de tal forma, não apenas para criar significados compartilhados, mas para criar significados para si mesmos. O agente hábil nunca é neutro, e se alinhará aos interesses de agentes ou grupos de agentes presentes em um campo sejam estes dominantes ou desafiantes¹¹ (FLIGSTEIN; McADAM, 2012). Desta maneira compreende-se que os agentes hábeis não são necessariamente dotados de poder hierárquico no campo.

Neste trabalho os agentes hábeis são identificados ao longo da história do setor elétrico brasileiro com a finalidade de melhor explicar estabilização de crises econômicas, técnicas ou institucionais e a emergência de novos ambientes institucionais no setor.

3.5 Consolidação dos conceitos

O quadro 01 apresenta, de maneira resumida, as principais convergências dos conceitos de “campo”, “instituição” e “agentes” dos principais autores utilizados para a análise institucional presente neste trabalho.

Quadro 01 - Convergência conceitual sobre instituições de North, DiMaggio e Powell e Fligstein

¹⁰ Estratégias no sentido proposto por Östrom e já descrito (2005, p. 824).

¹¹ Este trabalho aproxima a compreensão dos conceitos de “dominantes” e “desafiantes” as definições de Fligstein (2001). Entende-se dominante como um agente que ocupe uma posição no campo que o permita influenciar as instituições, adaptando-as ou reforçando-as de acordo com seus interesses, enquanto desafiante é aquele que desafia a ordem institucional estabelecida e reforçada pelos dominantes no campo.

Conceito / Autor	NORTH	DIMAGGIO E POWELL	FLIGSTEIN	OSTROM	CONVERGÊNCIA
Campo	Ambiente em que os agentes se confrontam com a "interface" das instituições	É definido como campo organizacional: organizações que em conjunto constituem a vida institucional	Tem a mesma conotação que setor econômico	" Arena social " e a descreve como espaços onde indivíduos se confrontam e interagem	Ambiente institucional onde os agentes interagem para atingir seus objetivos
Instituição	Regras do jogo (formais e informais) e como o jogo é jogado (características de execução)	É formada pelos aspectos políticos e pelos aspectos cerimoniais	Regras que produzem a interação social. São resultado da ação social entre atores se confrontando	Regras, normas e estratégias que humanos utilizam em situações repetitivas	Regras formais e informais que delimitam as estratégias de ação e constroem a ordem social
Agentes	Players: Indivíduos, organizações públicas e privadas	As organizações	São atores sociais: Pessoas físicas e organizações	Indivíduos e organizações	Pessoas físicas ou organizações

Fonte: Elaborado pelo autor fundamentado em North (1990); DiMaggio e Powell (1983); Fligstein (2001); e Östrom (2005).

Assim, neste estudo os conceitos de campo, instituição e agente serão compreendidos da seguinte forma:

- Campo: um ambiente onde os agentes interagem em um contexto institucional para atingir seus objetivos;
- Instituição: regras formais e informais que delimitam a construção das ordens sociais de um campo.
- Agente: pessoa física ou organização pública ou privada.

3.5.1 Consolidação do Referencial Analítico

Este trabalho concebeu um modelo explicativo (Figura 01) para analisar o surgimento, a consolidação e as transformações dos aspectos institucionais, técnicos e econômicos na trajetória histórica do setor elétrico brasileiro.

Este modelo explicativo também pode ser entendido como instrumento de codificação da pesquisa, ou seja, a definição dos códigos (CRESWELL, 2003; FEREDAY; MUIR-COCHRANE, 2006) de acordo com os preditivos teóricos (aqui identificados como *path dependence*, isomorfismos, crise e agente hábil) que serão confrontados com a base documental da trajetória histórica e com as entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico, os resultados empíricos desta investigação.

Figura 01– Modelo Analítico para o surgimento, a consolidação e as transformações dos aspectos institucionais, técnicos e econômicos na trajetória histórica do setor elétrico brasileiro

Fonte: Elaborado pelo autor fundamentado em North (1990, 2005); DiMaggio e Powell (1983); Fligstein (2001);

A figura 01 apresenta a situação onde inicialmente há uma estabilidade institucional determinada por um marco inicial e pela trajetória estabelecida no processo de *path dependence* (NORTH, 1990). Os processos isomórficos contribuem para a reprodução e homogeneização dos aspectos institucionais, tecnológicos e econômicos no campo (DIMAGGIO e POWELL, 1983). No momento em que uma crise (impulsionada por variáveis exógenas ou endógenas ao campo) perturba o ambiente institucional, estabelece-se uma oportunidade para ação de agentes hábeis (FLIGSTEIN, 2001) numa mudança ou ruptura institucional que reestabeleça a ordem no campo. Por fim, os novos modelos institucionais passam novamente por momentos de estabilidade, e reprodução e novas rupturas.

4 Contextualização do Objeto de Estudo

4.1 Energia

Energia é um conceito amplo e possui diferentes definições e aplicações. O termo energia (do grego, *energeia* que significa em trabalho ou em atividade) fora apresentado pela primeira vez por Thomas Young (1773-1829) em 1807 como uma forma de agregar em um único termo as diversas grandezas de realização de trabalho a partir de uma força, como

gravitacional, eletromagnética, nuclear, química, geotérmica e solar (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 30p.).

Para a sociedade moderna o uso de energia está intrinsecamente associado ao desenvolvimento econômico e social, e este processo de desenvolvimento vem apoiando-se historicamente em processos de exploração de novas fontes energéticas. Desde a revolução industrial os combustíveis fósseis tornaram-se a fonte energética dominante, sendo que em 2013 foram responsáveis por mais de 80% da oferta de energia mundial (IEA, 2014).

Os autores Daly & Farley (DALY; FARLEY, 2010, p. 10), em sua obra *Ecological Economics*, ressaltam que: “Avanço tecnológico, energia vinda de fósseis e mercados globais lançaram as bases para a Revolução Industrial”. Além do baixo custo privado, outro importante benefício associado aos combustíveis fósseis (principalmente ao petróleo e ao carvão) está na facilidade de estocagem e manuseio, podendo ser usado a *la carte* para obtenção de energia elétrica, adaptando-se facilmente a oferta à demanda, diferentemente de outras fontes, como a hidráulica, que depende do volume das represas, ou da solar que só gera eletricidade durante o dia.

Entretanto os avanços obtidos a partir dos combustíveis fósseis não serão infinitamente assegurados. Estudos já apontaram para o alcance do pico dos combustíveis fósseis e para o aumento dos custos de obtenção (BENTLEY, 2002; BENTLEY, MANNAN, WHEELER, 2007; SORRELL et al., 2010). Além da finitude das reservas, os impactos climáticos globais causados pelos lançamentos de CO₂ na atmosfera são negligenciados nos mercados, e outros impactos como vazamentos de petróleo durante a extração e transporte acontecem recorrentemente (LOVINS, 2013 p. 3). Outro aspecto negligenciado na escolha por fontes fósseis como combustível principal reflete-se nos danos à saúde pública, resultante da poluição atmosférica local gerada pela queima do petróleo e do carvão. Este custo social não é deduzido da contribuição dos combustíveis fósseis para o bem estar da humanidade (LOVINS, 2013 p. 3). Portanto, a ideia de que os combustíveis fósseis são baratos e economicamente mais viáveis que outras opções pode ser considerada anacrônica, e que desconsidera os custos socioambientais para as presentes e futuras gerações.

O foco do trabalho está no setor de energia elétrica, que oferece uma forma ainda mais sofisticada de energia, que viabiliza toda a infraestrutura da atual sociedade da informação, e

corresponde por uma parcela significativa da energia atualmente consumida no mundo. A figura 02 mostra o consumo final de energia mundial por fonte de 2013, de um total de 9.301 Mtoe.

Figura 02 – Percentual de consumo mundial final de energia por fonte em 2013 (total de 9.301 Mtoe). Mtoe: Megatonelada de petróleo equivalente.

Outros incluem geotérmica, solar, eólica, e demais, não utilizadas para geração de eletricidade.

Fonte: Adaptado de *Key World Energy Statistics* (IEA, 2014 p. 28).

Como podemos observar, a energia elétrica respondeu em 2013 por 18% do total de energia consumida em todo o mundo. As fontes designadas para a produção de energia elétrica variam muito de acordo com os recursos disponíveis em determinadas regiões e também de suas respectivas necessidades locais. A figura 03 apresenta a participação de cada fonte na produção de eletricidade mundial de 2013, de um total produzido de 23.322 TWh.

Figura 03 – Participação por fonte na geração mundial de eletricidade em 2013

Outros incluem geotérmica, solar, eólica, calor, etc.

TWh – Terawatt hora: medida de consumo de energia elétrica

Fonte: Key World Energy Statistics (IEA, 2014 p. 28)

Pode-se notar que os combustíveis fósseis ainda representam bem mais da metade das fontes utilizadas para obtenção de energia elétrica, boa parte devido a utilização de carvão em usinas termelétricas chinesas.

O Brasil ocupou em 2010 a nona posição mundial em geração de energia elétrica, com um total produzido de 525,85 TWh. A figura 04 mostra a participação dos principais países na produção de energia elétrica.

Figura 04– Geração elétrica no mundo – 10 maiores países em 2010 (%)

Fonte: *U.S. Energy Information Administration (EIA)*; Elaboração: EPE Anuário estatístico de energia elétrica 2013 | Geração Elétrica e Emissões (EPE, 2013).

No Brasil a energia elétrica é gerada majoritariamente por usinas hidrelétricas de grande porte, representando uma parcela de 68,6% do total produzido internamente em 2013 (IEA, 2015 p. 19). Considerando apenas a matriz hidráulica, o Brasil ocupou em 2013 a terceira posição mundial em geração, atingindo um total 391 TWh produzidos por hidrelétricas. O país também é o terceiro colocado em capacidade instalada, possuindo um total de 86 GW somando todas as hidrelétricas brasileiras (IEA, 2015 p. 19).

O Brasil aproveitou a condição natural privilegiada de recursos hídricos para atender suas necessidades de geração de energia elétrica, e a hidroeletricidade tornou-se predominante em relação às demais fontes (como térmica e nuclear no passado, incluindo mais recentemente solar e eólica). Muito embora seja entendida como uma fonte renovável de energia limpa, existem estudos que apontam para a utilização ineficiente do recurso hídrico (FEARNSIDE, 1989, 1999) ou a superestimação dos benefícios econômicos associada à subestimação dos impactos ambientais e sociais referentes aos empreendimentos hidrelétricos (FEARNSIDE, 2006).

4.1.1 Energias Renováveis

Os problemas associados ao consumo intensivo de combustíveis fósseis atestam a necessidade de adoção em larga escala de fontes de energia renováveis. As fontes de

energia primária são classificadas como comerciais (petróleo, gás natural, carvão) e não comerciais (o sol ou o vento) (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p.77). As fontes primárias de energia são transformadas em energia útil para consumo: transformando petróleo em combustíveis que movem motores, movimentando turbinas hidráulicas em quedas d'água e ainda convertendo luz, através de células fotovoltaicas, em energia elétrica. Tais usos são chamados de usos secundários (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p. 68).

Goldemberg e Lucon (2012) consideram uma fonte primária como renovável quando: “(...) as condições naturais permitem sua reposição em um curto horizonte de tempo.” (p. 68). Os autores ainda citam alguns exemplos de fontes renováveis: energia solar, maremotriz e correntes marinhas, geotermal, eólica e biomassa (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p. 68). O quadro 02 apresenta uma classificação das fontes energéticas mais utilizadas para obter energia secundária útil para atividades econômicas e sociais.

Quadro 02 – Classificação das fontes energéticas

Fontes		Energia Primária	Energia Secundária
Não Renováveis	Fósseis	carvão mineral petróleo e derivados gás natural	termoeletricidade, calor, combustível para automóveis
	Nuclear	materiais fisséis	termoeletricidade, calor
Renováveis	"tradicionais"	biomassa primitiva: lenha de desmatamento	calor
	"convencionais"	potenciais hidráulicos de médio e grande porte	hidreletricidade
	"modernas" (ou "novas")	potenciais hidráulicos de pequeno porte biomassa "moderna": lenha replantada, culturas energéticas (cana de açúcar, óleos vegetais	biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor
	outros	energia solar geotermal eólica maremotriz e das ondas	calor, eletricidade fotovoltaica calor, eletricidade eletricidade eletricidade

Fonte: Adaptada de (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p. 69).

Dentre as fontes primárias de energia consideradas renováveis pela taxonomia apresentada encontra-se a solar que, através de painéis contendo células fotovoltaicas, é convertida em energia elétrica. Uma das justificativas para a escolha da fonte solar dentre as demais renováveis fundamenta-se no fato de a luz solar ser um recurso abundante praticamente não rival – o uso de uma pessoa não afeta o uso de outra – e não exclusivo – não há restrições de uso e seu uso não poder ser negado (DALY; FARLEY, 2010 p. 73).

Entretanto, a fonte solar pode ser considerada não rival e não exclusiva (Quadro 3) apenas na sua condição primária, ao ser transformada em energia elétrica passa a ser um recurso rival – o uso de eletricidade por um determinado ator impacta diretamente no uso de outro – e exclusivo – há a presença de instituições e do mercado para alocação os recursos.

A energia elétrica (fonte secundária) obtida através de células fotovoltaicas que absorvem a luz solar (fonte primária) também pode ser excludente (ou exclusiva) quando compete por terras na construção de usinas com grande potência instalada. Ao ocupar a terra com painéis solares inutilizasse esta área para outros fins, como agricultura. Entretanto, é possível compatibilizar o uso urbano das terras com a geração de energia fotovoltaica. Apesar dos grandes centros urbanos consumidores de energia elétrica apresentarem uma alta competição por terra, os painéis solares podem ser instalados em coberturas e telhados sem prejudicar ou reduzir o uso já feito dessa área, podendo ser considerado não exclusivo em termos de uso territorial no caso de pequenas aplicações em centros urbanos.

Quadro 03 – Exclusividade e rivalidade de fontes de energia primárias e secundárias.

Fonte Primária	Exclusivo	Rival	Fonte Secundária	Exclusivo	Rival
Luz Solar	não	não	Energia Elétrica	sim	sim
			Energia Térmica	sim	sim
Ventos	não	sim	Energia Elétrica	sim	sim
Maremotriz	não	não	Energia Elétrica	sim	sim
Geotérmica	não	sim/não	Energia Elétrica	sim	sim
			Energia Térmica	sim	sim
Gás Natural	sim	sim	Energia Elétrica	sim	sim
			Energia Térmica	sim	sim
			Cozimento	sim	sim
Petróleo	sim	sim	Energia Elétrica	sim	sim
			Combustíveis	sim	sim
Biomassa	sim	sim	Energia Elétrica	sim	sim
			Energia Térmica	sim	sim
			Cozimento	sim	sim

Fonte: Elaborada pelo autor com base em dados obtidos em (Goldemberg e Lucon, (2012 p. 69); Daly e Farley, (2010 p. 73)).

4.1.2 Surgimento da célula fotovoltaica

O efeito fotovoltaico – a criação de uma corrente elétrica através da exposição à luz – foi descoberto pelo francês Edmond Becquerel em 1839 (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p. 358). Em 1893, Julius Elster e Hans Geitel inventam, na Alemanha, a célula fotoelétrica (p.

359). Entretanto, apenas em 1954 os pesquisadores da *Bell Laboratories* converteram energia solar em eletricidade (GOLDEMBERG; LUCON, 2012 p. 244).

As primeiras aplicações terrestres (as células fotovoltaicas foram rapidamente utilizadas em aplicações espaciais como satélites e para a Estação Espacial Internacional) se deram por meio de sistemas isolados, não conectados à rede elétrica de distribuição (ZILLES et al., 2012 p. 38), logo necessitavam de uma bateria para que os usuários pudessem utilizar eletricidade a noite ou em dias nublados ou chuvosos. Entretanto, a partir do final da década de 1990 os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCR) passam a ser cada vez mais expressivos em relação aos sistemas isolados e em 2006 mais de 90% dos sistemas fotovoltaicos mundiais eram conectados com a rede elétrica (ZILLES et al., 2012 p. 38). A figura 05 mostra a potência instalada de sistemas conectados à rede e de sistemas isolados de 1995 a 2009.

Figura 05 – Potência acumulada em instalações fotovoltaicas – sistemas não conectados e sistemas conectados à rede.

Fonte: adaptado de (EPE, 2012, P. 35).

4.1.3 Breve apresentação dos aspectos técnicos

Geradores fotovoltaicos podem ser definidos como dispositivos capazes de converter a energia da luz solar em eletricidade através do efeito fotovoltaico (ZILLES et al., 2012 p. 30). Para isso são utilizados painéis compostos por diversas células fotovoltaicas, geralmente feitas

de silício (tanto monocristalino, como policristalino ou multicristalino e amorfo), boro e fósforo.

A utilização do silício como base para fabricação das células se deu pelo fato da abundância do recurso na natureza e das aplicações em larga escala do material pela microeletrônica ao longo do século XX (ZILLES et al., 2012 p. 17). Células fotovoltaicas feitas de silício representam mais de 80% do mercado mundial (GOETZBERGER; HEBLING, 2000 e HERING, 2012). As células de silício monocristalino são as mais eficientes, atingindo índices de 14 a 16% de eficiência de conversão, e as de policristalino, que são mais baratas, de 12 a 14% (SECRETARIA DE ENERGIA, 2013). A eficiência das células é calculada de acordo com os índices de irradiação solar que determina quantos KWh máximo é possível obter com a incidência de luz solar em um metro quadrado durante um dia.

O Brasil apresenta índices de irradiação superiores à França e Alemanha, que já utilizam-se da fonte solar em maior escala. O índice de irradiação brasileiro médio é entre 1.500 e 2.400 kWh/m² por ano, enquanto a Alemanha apresenta entre 900 e 1.250 kWh/m²/ano e a França de 900 a 1.650 kWh/m²/ano (EPE, 2014 p. 5). O Brasil possui mais potencial natural do que países que estão investindo mais amplamente em sistemas fotovoltaicos.

4.1.1 Atributos mercadológicos dos Sistemas Fotovoltaicos .

A configuração básica de um sistema fotovoltaico é composta por: placas fotovoltaicas, *string boxes*¹² e inversores¹³. Há ainda miscelâneas óbvias, como suporte para as placas, cabos, parafusos, porcas etc. Para integrar os sistemas fotovoltaicos às redes de distribuição, de forma a possibilitar a o aporte de excedentes e o consumo de eletricidade em momentos de baixa geração, são incorporados sistemas informacionais, como medidores, que podem ou não estar integrados digitalmente e alimentando um banco de dados (ZILLES et al., 2012).

As empresas brasileiras, entretanto, fabricam poucos componentes localmente, utilizando a China como principal fornecedor de equipamentos manufaturados necessários para

¹² *String Boxes* são quadros de proteção e isolamento contra surtos elétricos, curtos circuitos e descargas atmosféricas.

¹³ Inversores são necessários para transformar corrente contínua proveniente dos módulos fotovoltaicos em corrente alternada para uso cotidiano.

se montar um SFCR. Esses equipamentos, combinados entre si, apresentam variação em eficiência, durabilidade e custos, que configuram os elementos básicos para a competitividade do setor: a *expertise* em configurar uma oferta de SFCR que apresente eficiência técnica, vida útil assegurada e preços competitivos. Os preços dos SFCR para usuários finais vem caindo (Figura 06), sendo que entre 2006 e 2011 o preço caiu mais que 50%.

Figura 06 – Queda dos preços do kW pico instalado dos sistemas fotovoltaicos em Euros

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em (EPE, 2012, p. 7).

Reduções e isenções de impostos também contribuem para a redução dos preços de sistemas fotovoltaicos. No Brasil há isenção de ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços), regulamentada pelo Convênio ICMS nº 16, de 22 de abril de 2015 pelo CCONFAZ (Conselho Nacional de Política Fazendária), também há isenção de PIS/Cofins formalizada pela Lei nº 13.169, de 6 de outubro de 2015. Além disso, há redução de imposto de importação (de 14% para 2%) incidente sobre bens de capital alocados para produção nacional de equipamentos relacionados a SFCR até 21 de dezembro de 2016, através da Resolução CAMEX nº 64, de 22 de julho de 2015 e também houve redução de imposto de importação sobre importação de módulos fotovoltaicos (também de 14% para 2%) até 31 de dezembro de 2015, através da Resolução nº 29, de 29 de abril de 2015 (MME, 2015).

4.1.2 Geração Distribuída (*Distributed Generation*- DG)

Pepermans (2005) define Geração Distribuída (DG) como uma geração com capacidade máxima entre 50 e 100 MW, conectada à rede de distribuição e não planejada nem despachada de maneira centralizada, já Wolfe (2008) define DG como sistemas de geração “on-site” (que

produzem e distribuem energia localmente) e podem ser conectados à rede, da qual poderá importar ou exportar energia.

A definição de rede distribuída pode ser bem contextualizada ainda por Pepermans (2005) no mesmo estudo. O autor encontra em Ackerman (2001) um bom caminho para traçar uma linha que separe a geração centralizada tradicional das alternativas de DG. A metodologia leva em conta tanto pontos quantificáveis, como níveis de voltagem, capacidade de geração (em MWh), área de atendimento, quanto categóricos como serviços atendidos, tecnologia da geração e até questões atreladas ao direito de propriedade. Mas infelizmente, o autor não apresenta todos os limites que separam claramente cada tipo de rede.

O trabalho de Ackerman (2001), muito citado para caracterizar DG, define-a mais amplamente como "uma fonte de geração de potência elétrica conectada diretamente com a rede de distribuição". Embora essa definição seja um pouco mais prática, ainda assim não traça uma linha clara que seja facilmente percebida de distinção em relação à DG e também exclui muitos projetos de zonas afastadas em que a conexão com a rede elétrica não vale a pena.

O IEE (Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo) diz que DG seria uma geração suficientemente menor que a geração centralizada de maneira que a conexão pode ser feita perto da carga (EPE, 2014). Um ponto importante, conforme salienta Ackerman (2001), é a confusão criada em relação às fontes que originam a geração de energia em uma rede distribuída, que não necessariamente precisam ser renováveis, e que pensar assim seria limitar os potenciais usos e avanços das tecnologias.

No Brasil, a Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL entendia, no artigo 2º, a microgeração distribuída como centrais geradoras de potência instalada menor ou igual a 100 kW e a minigeração distribuída centrais com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW, que utilizem de fontes hidráulica, solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada. Tal definição foi atualizada em 24 de novembro de 2015 pela Resolução Normativa nº 687, que altera o artigo 2º e define como microgeração distribuída as centrais geradoras de até 75 kW de potência instalada e minigeração com centrais geradoras de potência instalada menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas e menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada e demais fontes.

A Resolução Normativa nº 687 define também as condições para geração compartilhada, entendida como “reunião de consumidores dentro da mesma área de concessão ou permissão por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora nas quais a energia excedente será compensada” (ANEEL, 2015 p. 2), e ainda atribui os eventuais custos de melhoria do sistema de distribuição em conexões de microgeração integralmente às distribuidoras, com exceção da geração compartilhada, e os eventuais custos de melhoria do sistema de distribuição de minigeração ao consumidor (ANEEL, 2015 p. 3).

Coelho e Goldemberg (2013) destacam que as aplicações de DG em países em desenvolvimento podem ser substanciais para aliviar a pobreza, mas que muitos projetos não avançaram satisfatoriamente onde a DG não estava conectada com a rede elétrica. A DG conectada à rede é uma alternativa para dar estabilidade e mais segurança ao sistema energético. No presente estudo a fonte de DG é o Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica (SFCR).

4.1.2.1 Geração Distribuída de energia elétrica fotovoltaica via Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede elétrica (SFCR)

Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCR) são micro e mini gerações de energia elétrica através de painéis compostos por células fotovoltaicas que são conectadas à rede elétrica de modo que os micro e mini produtores podem negociar os excedentes de produção com a distribuidora de energia elétrica local.

No Brasil a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) regulamentou através da Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012 as condições para operação de micro e mini geração distribuída. Através da resolução ficou determinado que os excedentes produzidos pelos micro e mini produtores poderiam ser cedidos à rede de distribuição local, gerando créditos energéticos a serem utilizados no prazo de 30 meses. Para isso basta que o micro e mini produtor possua um CPF e utilize dos créditos em uma área atendida pela distribuidora creditada com registro no mesmo CPF (ANEEL, 2012). A Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015 altera para 60 dias o prazo para utilização da energia cedida (ANEEL, 2015 p. 5).

As Resoluções Normativas nº 482 e nº 687 representam avanços no contexto regulatório. A Resolução Normativa nº 687 propõe regras para problemas que não estavam equacionados pela Resolução Normativa nº 482, como a atribuição dos custos de melhoria da rede de distribuição para micro e mini geradores. A atualização para a Resolução Normativa nº 687, três anos e meio após tornar pública a 482, pode ser entendida como um incremento na segurança institucional do setor. Na prática a ANEEL está consolidando regras formais em um novo segmento de mercado do setor de geração de eletricidade.

O refinamento regulatório, somado às tecnologias que propiciaram melhor eficiência de conversão para as células fotovoltaicas e ainda a queda nos custos de produção de painéis e componentes dos sistemas, resultam num cenário legal, tecnológico e econômico promissor para aplicações de geração fotovoltaica distribuída. As fontes fotovoltaicas predominam como fontes de geração distribuída (Figura 8), que apresentaram um substancial incremento de 2013 a 2016 (Figura 9), o que reflete os resultados das mudanças institucionais, tecnológicas e econômicas.

Figura 07 – Total absoluto em kW de potência instalada por fonte de geração distribuída no Brasil acumulado até agosto de 2016

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em (ANEEL, 2016)

Figura 08 – Evolução do número absoluto total de solicitações de acesso de geração distribuída no Brasil até agosto de 2016

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em (ANEEL, 2016).

A ampliação do fornecimento de energia por meio dos SFCR pode ocorrer de acordo com a demanda, em telhados de residências ou indústrias (sem ocupar área útil adicional, não competindo assim por terra), em curto prazo (se comparada com grandes usinas nucleares, hidrelétricas e termelétricas) e em muitos casos com custos competitivos aos contratados na rede elétrica centralizada tradicional por meio das distribuidoras.

4.1.2.2 Ambiente regulatório para geração distribuída e os caso da Alemanha, Dinamarca e do estado de Nevada, nos Estados Unidos.

A IEA (*International Energy Agency*) afirma serem 52 os países que já possuem algum tipo de regulação que estabeleça as regras para o *net metering* (KRISTIN SEYBOTH, 2016, p. 20), sistema que a Resolução Normativa nº 482 da ANEEL chama de “sistema de compensação” (ANEEL, 2015), um número considerável visto que o cenário mundial é recente.

Alemanha e Dinamarca dispõem de ambientes regulatórios favoráveis à conexão dos sistemas fotovoltaicos à rede elétrica e possuem um sistema sofisticado de suporte para a geração distribuída (ANAYA; POLLITT, 2015). Os subsídios para geração de energia elétrica de fontes renováveis nestes dois países esteve muito associada a suas respectivas expansões em capacidade instalada proveniente de geração distribuída (ANAYA; POLLITT, 2015). Por outro lado, nestes países a distribuição entre os agentes envolvidos (consumidores, distribuidores,

governos) dos custos provenientes da conexão à rede¹⁴ pode resultar em maiores preços para os consumidores finais (ANAYA; POLLITT, 2015).

Em Nevada, nos Estados Unidos, a regulação no setor incentivou tanto os autoprodutores de energia fotovoltaica que reduziu a liquidez e rentabilidade das geradoras e das distribuidoras de energia elétrica, comprometendo a segurança da rede. Após uma alta adesão à geração distribuída, os então autoprodutores assistiram, sem nada poder fazer, a revogação de uma série de incentivos e a imposição, inclusive, de uma tarifa para quem injetasse energia na rede elétrica. Os geradores distribuídos viram-se obrigados a desconectar-se da rede, comprando baterias para armazenar seus excedentes (THE GUARDIAN, 2016; ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE, 2016).

Esta breve contextualização internacional das regulamentações acerca de geração distribuída tem como objetivo enfatizar que esta tecnologia pode não prosperar sem o equacionamento institucional adequado. A alocação dos custos provenientes destas novas aplicações será fundamental e esta alocação pode, inclusive, acarretar em uma tarifa mais elevada aos geradores distribuídos de energia fotovoltaica.

5 Os atuais instrumentos de planejamento de longo prazo: BEN e PDE

Com o intuito de apresentar os principais instrumentos de planejamento de longo prazo para o setor elétrico brasileiro, este capítulo apresenta uma breve análise do Balanço Energético Nacional (BEN) e do Plano Decenal de Energia (PDE). Esta compreensão pode indicar como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE)¹⁵ conjectura o cenário de fontes de geração renováveis e limpas, como a eólica e a solar fotovoltaica.

¹⁴ Estes custos são custos de transação e custos operacionais, e serão melhor abordados durante as entrevistas em profundidade contidas adiante neste estudo.

¹⁵ A EPE foi fundada em 2005, com intuito de organizar as atividades de planejamento do setor elétrico brasileiro, e é composta por: um agente representando o corpo cientista, o conselho consultivo composto por um agente de cada estado e por oito especialistas. Também fazem parte desta estrutura um especialista do setor hidrelétrico e um do setor térmico (LEITE, 2014 p. 443). Nesta composição já se percebe que representantes das renováveis limpas pouco participam das atividades de planejamento.

O BEN é uma publicação que disponibiliza os dados históricos detalhados da oferta e do consumo de energia elétrica. Já o PDE possui uma função mais preditiva, balizando as decisões de longo prazo, principalmente indicando os caminhos para investimentos futuros no setor. O PDE possui um alcance de planejamento de dez anos, e sua relevância estaria no objetivo de garantir uma oferta energética compatível com os crescimentos na demanda. Ambos os relatórios são produzidos pela EPE.

Estes dois documentos, se comparados, podem indicar qual foi a preferência brasileira em relação a suas escolhas por fontes que compuseram a matriz elétrica nacional e, se esta escolha manteve-se inalterada ao longo do tempo ou se apresentou mudanças incrementais ou disruptivas. Também, relevante para este trabalho é identificar se os instrumentos consideram as perspectivas da fotovoltaica distribuída no país e se estas perspectivas são de fato críveis.

Para tanto comparou-se o BEN de 2015 com o PDE de 2008. O PDE 2008 planeja pra um horizonte até 2018, e o BEN 2015 registra a realidade energética dos últimos dez anos, ou seja, desde 2005. Ao compará-los pode-se conjecturar se as perspectivas do PDE 2008 foram de fato concretizadas até 2015. A tabela 01 apresenta o planejamento da capacidade instalada do PDE 2008.

Tabela 01 – Capacidade instalada por fonte planejada em 2008 para 2009 a 2014.

PDE 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Usinas Hidrelétricas	86.826	89.914	91.801	92.489	95.364	98.225
Usinas Termelétricas	17.307	22.140	24.834	25.610	30.826	30.826
Usinas Eólicas	1.045	1.423	1.423	1.423	1.423	1.423
Usinas Nucleares	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	3.357
Solar						
Total	107.185	115.484	120.065	121.529	129.620	133.831

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em PDE (2008 p.112).

Já a tabela 02 apresenta o realizado efetivamente, ou seja, a capacidade instalada real de cada ano apresentada pelo BEN 2015.

Tabela 02 – Capacidade Instalada auferida por ano entre 2009 e 2014

BEN 2015 ano base 2014	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Usinas Hidrelétricas	79.291	80.703	82.459	84.293	86.018	89.193
Usinas Termelétricas	24.315	29.689	31.243	32.778	36.528	37.827
Usinas Eólicas	602	927	1.426	1.894	2.202	4.888
Usinas Nucleares	2.007	2.007	2.007	2.007	1.990	1.990
Solar		1	1	2	5	15
Total	106.215	113.327	117.136	120.974	126.743	133.913

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em BEN (2015 p. 156)

Para o parque hidrelétrico nacional, este recorte temporal demonstra que o PDE estimou a potência instalada, entre 8,5 e 10,2% acima do que foi efetivamente realizado. Isto pode ser visualizado nas tabelas 03 e 04, que demonstram em termos absolutos e relativos a diferença entre o planejado e o executado. Nas tabelas, as diferença entre planejado (PDE 2008) e executado (BEN 2015), quando positivas, significam que fora planejado mais do que executado, e quando negativas, indicam que o planejamento ficou abaixo do realizado.

Tabela 03 – Diferença absoluta de capacidade instalada por fonte encontrada entre o PDE 2008 e o BEN 2015

PDE 2008 - BEN 2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Usinas Hidrelétricas	7.535	9.211	9.342	8.196	9.346	9.032
Usinas Termelétricas	-7.008	-7.549	-6.409	-7.168	-5.702	-7.001
Usinas Eólicas	443	496	-3	-471	-779	-3.465
Usinas Nucleares	0	0	0	0	17	1.367
Solar	0	-1	-1	-2	-5	-15
Total	970	2.157	2.929	555	2.877	-82

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em BEN (2015 p. 156) e PDE (2008 p.112).

Tabela 04 – Diferença de capacidade instalada por fonte encontrada entre BEN 2015 e o PDE 2008 em percentual

PDE 2008 - BEN 2015	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Usinas Hidrelétricas	8,68%	10,24%	10,18%	8,86%	9,80%	9,20%
Usinas Termelétricas	-40,49%	-34,10%	-25,81%	-27,99%	-18,50%	-22,71%
Usinas Eólicas	42,39%	34,86%	-0,21%	-33,10%	-54,74%	-243,50%
Usinas Nucleares	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,85%	40,72%
Solar						
Total	0,90%	1,87%	2,44%	0,46%	2,22%	-0,06%

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em BEN (2015 p. 156) e PDE (2008 p.112).

Em contraste com a superestimativa na capacidade hidrelétrica, o PDE subestimou sistematicamente a capacidade de geração termelétrica, chegando a previsões em 40% abaixo do que o real no ano de 2009 (Tabela 04). O PDE também não previu com precisão o crescimento da potência instalada para a fonte eólica no Brasil. Tal fonte foi superestimada em mais de 42% para o ano de 2008 e subestimada no ano de 2014 em mais de 240%.

Os leilões organizados pelo Governo para contratação de parques eólicos podem apontar para causa dos equívocos na previsão de evolução da fonte, com sua primeira contabilização no BEN, no ano de 2008 (ano base 2007) com expressivos 247 MW de potência instalada (BEN, 2008 p. 112), e com aumentos expressivos ano após ano.

O fato é que o PDE não deu conta de prever a potência eólica, nem mesmo em um horizonte de curto prazo de, por exemplo, dois anos. O que foi previsto para 2009, no PDE 2008, foi superado pelo realizado em mais de quarenta por cento (Tabela 04). Um erro expressivo se considerado um horizonte de dois anos. Sendo a própria EPE quem organiza e realiza os leilões, tal fato torna-se, no mínimo, curioso.

A conclusão é que o PDE talvez não esteja levando em conta aspectos importantes na atividade de previsão do setor elétrico, como por exemplo, os aspectos institucionais que são abordados no presente estudo. Além disso, o crescimento da geração distribuída pode inserir uma variável de mercado fora do tradicional controle do Estado brasileiro sobre a matriz elétrica por meio dos leilões. Como a instalação, operação e geração distribuída ocorrem fora do âmbito dos leilões de energia, este tipo de geração consiste numa variável independente para o equacionamento de demanda das distribuidoras de energia, e insere mais incerteza à capacidade preditiva do PDE.

6 Procedimentos Metodológicos

6.1 Sumário

Esta seção tem o objetivo de sintetizar os aspectos metodológicos deste trabalho, sendo que as próximas seções detalham o conteúdo aqui exposto. Os procedimentos do presente estudo estruturam-se em torno da triangulação (Figura 09) entre três métodos principais:

1. Revisão da literatura e desenvolvimento de modelo de análise
 - A partir da revisão de literatura institucional foi estruturado um modelo de análise a ser confrontado com a trajetória histórica do setor elétrico brasileiro, investigando os aspectos econômicos, técnicos e institucionais que influenciam a estabilidade e as transformações no setor; ;
2. Revisão documental
 - Reconstitui a narrativa histórica do setor elétrico brasileiro e identifica os aspectos técnicos, econômicos e institucionais que influenciam a estabilidade e as transformações no setor;
3. Entrevistas em profundidade com especialistas do setor
 - As inferências resultantes da aplicação do modelo de análise sobre a revisão documental histórica são confrontadas com a perspectiva de especialistas do setor por meio de entrevistas semiestruturadas.

Figura 09 – Triangulação e entre revisão de literatura (acompanhada de estruturação de modelo de análise), revisão documental histórica e entrevistas em profundidade

Fonte: Elaborado pelo autor fundamentado em (CRESWELL, 2003; FEREDAY; MUIR-COCHRANE, 2006).

6.2 Considerações acerca dos métodos escolhidos

A escolha de uma abordagem qualitativa, inevitavelmente, permeia questões de ordem epistemológica, ontológica e metodológica. Pontuar tais questões e posicionar o trabalho diante delas pode contribuir para que o leitor contextualize as linhas filosóficas de pesquisa que guiam o estudo (SCOTLAND, 2012).

Ontologia refere-se à preocupação de como a realidade é constituída, os debates ontológicos, portanto, dizem respeito a como as coisas são e como elas funcionam. Já o debate epistemológico preocupa-se com a natureza e as formas do conhecimento, ou seja, possui interesse na relação entre os limites que a ciência pode possuir no sentido de descrever tudo aquilo que pode ser conhecido. A metodologia de investigação confere então especial atenção ao processo de obtenção dos dados empíricos, sobre como obter as informações que colaborarão para responder as perguntas de pesquisa. Assim, o debate ontológico e o epistemológico entrelaçam-se na escolha das metodologias, ou seja, tanto a visão como a realidade são constituídas, como o viés de formação do conhecimento influenciam nos processos de obtenção dos dados empíricos. A partir destas escolhas mais amplas da metodologia, os métodos representam as técnicas e procedimentos específicos à obtenção, coleta e análise das informações necessárias para responder as perguntas de pesquisa (SCOTLAND, 2012).

Sob a perspectiva epistemológica é importante salientar a escolha por uma pesquisa de cunho subjetivo, sem interesse em respostas certas que tenham a ambição de resolver completamente o complexo problema de pesquisa aqui exposto. Assume-se que uma boa resposta ao problema de pesquisa não necessariamente é conclusiva, mas mesmo assim pode contribuir substancialmente ao avanço neste campo do conhecimento.

O embate ontológico, aqui presente, diz respeito, em linhas gerais, à percepção de mundo do pesquisador, que pode ter um engajamento mais realista ou mais nominalista. O presente trabalho assume uma ontologia nominalista, sob esta perspectiva, o comportamento e as predisposições do pesquisador influenciam diretamente os resultados contidos na análise. Assim, infere-se que a presente dissertação não estará condicionada apenas à sua capacidade de replicabilidade e nem este é o foco direto da pesquisa. Entende-se que, se realizada semelhante pesquisa sob as mesmas condições, podem ser obtidos resultados diferentes, dadas as possíveis

divergências entre as predisposições e pressupostos teóricos assumidos por diferentes pesquisadores (POZZEBON; PETRINI, 2013).

A terceira questão que se articula na escolha por uma abordagem qualitativa é a metodológica, que está associada à escolha das técnicas para obtenção e análise dos dados, e será tratada particularmente na próxima seção.

6.3 Metodologia: Triangulação de técnicas

Com base em uma abordagem qualitativa, este trabalho investigou os aspectos históricos do setor energético brasileiro a fim de identificar os marcos institucionais, técnicos e econômicos relevantes à formação e estruturação do setor elétrico nacional. A partir do entendimento dos vetores estruturantes do setor elétrico nacional, e das instituições atuais resultantes deste balanço histórico de forças, o estudo discute as perspectivas dos SFCR na matriz elétrica nacional.

Para tanto, foi utilizada a triangulação de técnicas (Figura 9), que permite superar as limitações de cada método de pesquisa caso fosse aplicado isoladamente, possibilitando resultados mais robustos e completos (CRESWELL, 2003). Este estudo utiliza-se da triangulação entre fontes de dados e entre métodos distintos, a saber: revisão de literatura científica, revisão documental e entrevistas em profundidade. O primeiro passo da triangulação foi a realização de uma revisão de literatura científica para a composição do referencial teórico que pudesse colaborar com a estruturação de um modelo de análise aplicável aos dados empíricos (Figura 01). Esta etapa foi sucedida de uma análise documental de fontes históricas de dados obtidas em publicações de especialistas e entidades do setor elétrico brasileiro, tais como livros, boletins, resoluções, normas, portarias e relatórios.

A revisão bibliográfica (sintetizada no modelo de análise – Figura 01) e a revisão documental são confrontadas entre e si e por fim com os resultados de entrevistas em profundidade com especialistas que exercem ou exerceram cargos relevantes no setor elétrico, com prioridade para atores que participaram da construção de marcos institucionais (Figura 9). As entrevistas com os especialistas permitirão elucidar as motivações, premissas e parâmetros que permearam as decisões a respeito da matriz elétrica nacional. Para tanto, este estudo recorrerá a análise temática (ALVESSON; KARREMAN, 2000).

6.3.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica estruturou-se a partir da análise de publicações científicas, sem um pragmatismo sistemático. Entretanto, Okoli e Schabram (2010 p.5) assumem que todas as pesquisas são, de alguma forma sistemáticas, e que não entram em conflito com a pesquisa bibliográfica tradicionalmente estruturada. Em outras palavras uma pesquisa qualitativa pode ser mais ou menos sistemática, mas o fato é que as publicações não surgem ao pesquisador de maneira completamente aleatória.

Okoli e Schabram (2010) também afirmam que uma revisão de literatura não deve apenas oferecer uma visão geral resumida do campo estudado, mas uma análise crítica acerca do material levantado como base. Esta diretriz é convergente com a ontologia nominalista, que assume a influência do posicionamento teórico do pesquisador na análise do objeto de estudo e a forma como este posicionamento pode ser influenciado pelos fenômenos estudados. Desta maneira, o modelo de análise estruturado a partir da revisão de literatura não representa uma síntese sistemática da literatura científica no campo institucional, mas sim o resultado de uma leitura influenciada pelos posicionamentos teóricos do próprio pesquisador.

6.3.2 Pesquisa documental

A pesquisa documental utilizou o acervo digital da entidade Memória da Eletricidade, mantido pela Light, Cemig, ABCE (Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica) e Eletrobrás, como cerne da narrativa histórica. A narrativa histórica foi complementada por informações e reflexões contidas no capítulo “Economia da Indústria Elétrica” do livro “Economia da Energia – Fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial” de Junior e outros (2007) e nas duas edições da obra do ex ministro de minas e energia, Antônio Dias Leite “A energia do Brasil” (1997, 2014).

6.3.3 Entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico

As entrevistas em profundidade foram realizadas com quatro especialistas do setor elétrico brasileiro. Os entrevistados foram selecionados intencionalmente, conforme suas áreas de *expertise*, que respeitaram o critério de pelo menos um entrevistado que participa ou participou de cargos públicos do setor elétrico, pelo menos um entrevistado de uma

distribuidora de energia elétrica, e pelo menos um entrevistado que comercializasse equipamentos e serviços para instalações fotovoltaicas distribuídas. Dado o viés qualitativo desta pesquisa, esta seleção não tem intenção de conferir qualquer representatividade estatística aos resultados, e nem ao menos infere que os posicionamentos e opiniões dos entrevistados é predominante em suas áreas de atuação. A seleção intencional tem o objetivo de triangular as fontes de informação, de acordo com a atuação e interesses de cada entrevistado, de maneira que seja possível extrair uma maior diversidade de perspectivas sobre as questões de pesquisa.

Foram entrevistados de acordo com os perfis citados acima os seguintes atores sociais:

- O Professor José Goldemberg, ex Presidente da CESP (Cia Energética de São Paulo) e atual presidente da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) (Especialista do Governo – Código: Gov)¹⁶;
- O Engenheiro e Executivo Especialista da Gerência de Planejamento do Sistema da AES Eletropaulo, o senhor Élio Vicentini (Especialista da distribuidora de energia elétrica. – Código: Dist)¹⁷;
- O engenheiro e empresário, dono da MC2 Solar, comercializadora de equipamentos, instalações e manutenção de sistemas fotovoltaicos, Luciano Pelegrina (Especialista do mercado fotovoltaico distribuído – Código: FV)¹⁸.
- O Analista de Pesquisa Energética da EPE (Empresa de Pesquisa Energética) da Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos, Gabriel Konzen (Especialista da EPE – Código: Pesq)¹⁹.

Os especialistas do setor elétrico brasileiro foram contatados previamente, através de agendamento telefônico ou por e-mail. Todos concordaram formalmente em conceder as entrevistas e assinaram um termo de anuência para utilização do material para fins acadêmicos. As entrevistas foram presenciais ou por telefone, todas foram gravadas e as respostas foram posteriormente transcritas. A entrevista deu liberdade aos respondentes de discursarem sobre as perguntas levantadas no roteiro²⁰ por quanto tempo acharam oportuno.

Os entrevistados contribuíram para a elucidação das questões apresentadas no referencial teórico e na pesquisa documental. Os entrevistados também agregaram informações

¹⁶ Entrevista realizada presencialmente, na sede da FAPESP, na cidade de São Paulo, em 07/10/2016.

¹⁷ Entrevista realizada presencialmente, na AES Eletropaulo, na cidade de Barueri, em 18/10/2016.

¹⁸ Entrevista realizada presencialmente, na residência do entrevistado, na cidade de São Paulo, em 19/10/2016.

¹⁹ Entrevista realizada por telefone, na EACH-USP, na cidade de São Paulo, em 31/10/2016.

²⁰ Para detalhes do roteiro consultar o anexo 1 deste trabalho.

inéditas a este trabalho que são de grande valia para uma maior compreensão dos aspectos institucionais, econômicos e técnicos que permeiam o setor energético de geração distribuída fotovoltaica.

O roteiro da entrevista semiestruturada em profundidade foi estruturado em torno de quatro questões principais, que abordaram os seguintes temas:

- A questão histórica da hidrelétrica centralizada como principal fonte e o futuro da geração centralizada;
- Os aspectos normativos, técnicos e econômicos que influenciam a geração distribuída no Brasil;
- As perspectivas dos entrevistados sobre o futuro da geração fotovoltaica distribuída no Brasil e;
- A relação entre a geração distribuída e as concessionárias de distribuição de energia elétrica.

Foi realizada uma análise temática, que caracteriza os padrões na informação, descrevendo e organizando as possibilidades observadas, e também auxiliando na interpretação dos aspectos associados ao fenômeno estudado (FEREDAY; MUIR-COCHRANE, 2006). Tais temas foram confrontados com os resultados obtidos na revisão de literatura (estruturados no modelo de análise) e documental.

7 Resultados

Esta seção apresenta as interpretações, a partir do modelo teórico de análise, das narrativas históricas²¹ nas conjunturas técnica, econômica, e institucional no setor elétrico brasileiro. Os modelos analíticos resultantes, juntamente com os quadros resumo das trajetórias históricas, foram posteriormente confrontados com as entrevistas em profundidade com especialistas do setor elétrico brasileiro.

²¹ Estes resultados tem como subsídio a reconstituição histórica do setor elétrico brasileiro, contida no anexo 2 deste trabalho. Também foi utilizado, como complemento à história recente do setor, o livro “A energia do Brasil”, de Antonio Dias Leite, ex Ministro de Minas e Energia (1969-1973). Nesta 3ª edição, o autor revisou e atualizou sua obra, publicando a história do setor elétrico até meados de 2014.

7.1 Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Técnica

A geração de energia elétrica no Brasil se inicia em 1879 com um locomóvel²², e presencia a primeira hidrelétrica em 1889, em Juiz de Fora: Marmelos Zero, do empresário Bernardo Mascarenhas. Esta seria a primeira de muitas hidrelétricas ao longo da história brasileira. As empresas de capital estrangeiro construíram hidrelétricas no eixo Rio-São Paulo influenciadas pelo sucesso de Marmelos Zero, e as hidrelétricas mantiveram-se como fonte predominante na geração de eletricidade (Quadro 04).

²² Locomóvel é uma máquina a vapor que normalmente era montada sobre rodas. Sua utilização, em alguns casos, servia para geração de energia elétrica.

Quadro 04 – Marcos técnicos do setor elétrico brasileiro: 1879 a 2008

1879	1889	1901	1908	1924	1929	1940
1ª lâmpada (locomóvel de 7cv que acendia 6 lâmpadas) - RJ	1ª Hidrelétrica - Marmelo Zero - MG	Hidrelétrica Santana do Parnaíba - SP - 2 MW	Hidrelétrica Fontes Velhas - RJ - 12 MW	Hidrelétrica Ilha dos Pombos - RJ - 22 MW	Hidrelétrica Cubatão - SP - 28 MW	Hidrelétrica Fontes Novas - RJ - 48 MW
1962	1963	1964	1969	1970	1973	1975
Hidrelétrica Três Marias - MG - 130 MW	Hidrelétrica de Furnas - MG - 152 MW	Estabelecimento de 60 Hz o padrão de frequência da transmissão nacional	Hidrelétrica Funil - RJ - 216 MW	Hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza - PR - 250 MW	Hidrelétrica Ilha Solteira - SP/MG - 3.444 MW	Hidrelétrica Marimbondo - SP/MG - 180 MW
1979	1980	1984	1985	1986	1994	1997
Hidrelétrica Sobradinho - BA - 1.050 MW	Hidrelétrica Foz do Areia - PR - 418 MW	Hidrelétrica Tucuruí - PA - 7.900 MW e Hidrelétrica Itaipu - PR - 14.000 MW e conclusão da 1ª parte da interligação norte-sul dos sistemas elétricos	Usina Nuclear Angra I - RJ - 65,7 MW	Criação do sistema de transmissão de extra-alta tensão sul-sudeste	Hidrelétrica Xingo - AL/SE - 3.000 MW	Hidrelétrica Miranda - MG - 390 MW
1998	1999	2000	2001	2002	2007	2008
Hidrelétrica Serra da Mesa - GO - 1.275 MW	Hidrelétrica Salto Caxias - PR - 1.240 MW e entrada em operação a 1ª etapa da interligação norte-sul	Hidrelétrica Itá - RS/SC - 1.450 MW	Termelétrica Eletrobrás - 380 MW e Macaé Merchant - 928 MW - ambas no RJ e Racionamento de Energia	Hidrelétrica Machadinho - RS/SC - 1.140 MW	Hidrelétrica Campos Novos - SC - 880 MW	Usina Eólica Econenergy Beberibe - CE - 880 MW e mais 8.300 MW são acrescidos à Hidrelétrica de Itaipu

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em Memória da Eletricidade (s/d) ; Leite (1997) e Junior e outros (2007).

A hidrelétrica de Marmelos Zero pode ser entendida como um marco inicial de *path dependence* para o setor elétrico brasileiro. Ao identifica-la como um caso de sucesso de geração elétrica ao fim do século XIX, os agentes do setor elétrico brasileiro reproduziram, ampliaram e promoveram inovações incrementais no modelo ao longo de todo o século XX (Figura 10).

Esta trajetória levou à escolha técnica por hidrelétricas centralizadas (isomorfismo mimético), e não se altera de forma disruptiva até a crise de oferta entre 2001 e 2002, devido ao baixo nível dos reservatórios hidrelétricos. O Governo Federal (então presidente da república Fernando Henrique Cardoso) e a Eletrobrás (através do seu presidente Pedro Parente)

vislumbraram neste contexto um ambiente propício para a ampliação das termelétricas a gás natural como fonte complementar de geração elétrica para a rede (Figura 10).

Figura 10 – Manutenção do modelo hidrelétrico como principal fonte de geração durante o século XX e incremento de termelétricas a partir da crise de abastecimento de 2001-2002

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

O ano de 1964 é decisivo para a integração da rede elétrica nacional, e consequentemente para a viabilização da GD. Neste ano ocorreu a padronização da frequência de transmissão nacional em 60 Hz (Quadro 04 e Figura 11). Esta mudança viabilizou a interconexão das grandes hidrelétricas construídas entre 1964 e 1990 (Quadro 04 e Figura 11), responsáveis em conjunto por assegurar o fornecimento de eletricidade aos crescentes centros urbanos, que nem sempre estavam próximos dos locais de geração. A Eletrobrás representou o agente hábil responsável pela padronização (Figura 11).

Figura 11 – Definição do padrão de frequência de 60Hz para transmissão de energia elétrica, um aspecto técnico fundamental para possibilitar geração distribuída no Brasil.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

7.2 Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Econômica

No período inicial da geração de energia elétrica no Brasil, ao final do século XIX e começo do século XX, eram oferecidas concessões em âmbito municipal para as empresas explorarem os recursos hídricos para produção de eletricidade. A geração hidráulica privada no Brasil avançou com o favorecimento de investimentos internacionais. Em 1904 a Cláusula Ouro (Figura 12) passou a estabelecer tarifas de energia elétrica fixadas de acordo com o dólar, para evitar perdas resultantes de flutuações inflacionárias sobre a moeda brasileira aos investidores externos (Quadro 05).

Quadro 05: Marcos econômicos 1879 a 2015

1899	1904	1923	1945	1946	1951
Criação da São Paulo Railway, Light and Power Company Ltd.	Rio de Janeiro Tramway, Light and Power Company Ltd. e Início da Cláusula Ouro	Criação da Amforp (American & Foreign Power)	Criação da CHESF	Extensão do Imposto único para os setor de energia elétrica	Criação da CEMIG
1954	1957	1960	1969	1973	1979
Institui-se o Fundo Federal de Eletrificação (FFE) e o Imposto Único	Criação de FURNAS (empresa de capital misto)	Criação da CHEVAP - RJ	Criação da Eletrosul e da Eletronorte	Criação da Eletronorte	Aquisição da Light pela Eletrobrás
1981	1995	1996	1997	2014	2015
Criação da Eletropaulo	Privatização da ESCELSA	Série de Privatizações (CERJ, CEMIG, COELBA, PRFL, CEEE, ENERSUL, COELCCE, CELPA, ELETROPAULO, etc)		Realização do LER (Leilão de Energia Reserva) que trazia a novidade de Usinas Solares no escopo de usinas preteridas	Realização do 1º, 2º e 3º LER (Leilão de Energia Reserva) para Usinas Eólicas e Solares

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em Memória da Eletricidade (s/d) ; Leite (1997) e Junior e outros (2007).

A cláusula ouro pode ser um marco inicial de *path dependence* que delimita e direciona a trajetória econômica do setor, uma vez que o regramento promove incentivos às empresas estrangeiras através de garantias cambiais dos reajustes das tarifas. Ao longo do tempo esta instituição vai reforçando o perfil de investimento estrangeiro e privado, caracterizando um isomorfismo coercitivo (Figura 12).

Com o final da cláusula ouro, em 1934, já no primeiro momento de Getúlio Vargas no poder, o Governo começa um processo de estatização das empresas do setor elétrico (Figura 12), que vai até meados dos anos 1980, passando pela criação da CHESF, de Furnas e da Eletrobrás, além da criação de impostos que subsidiariam os investimentos do setor (Quadro 05). A crise econômica de 1929 e o direcionamento estabelecido pelo presidente Vargas marcaram a ruptura com o padrão de investimento privado e estrangeiro no setor e o estabelecimento de uma nova trajetória de investimento predominantemente estatal (Figura 12).

Figura 12 – Trajetória da origem do capital dos investimentos de 1889 a 1990

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

Esta condição, onde o Governo é principal o responsável pela expansão do setor elétrico, através de empresas estatais como a Eletrobrás, prolonga-se até o final dos anos de 1980, quando uma crise de investimento, que crescia desde o início da década, não sustenta mais o modelo fundamentado em empresas estatais (Figura 13). É quando o presidente Fernando Collor começa o Programa Nacional de Desestatização (PND), com o intuito de privatizar empresas públicas, incluindo o setor elétrico.

Figura 13 – Ruptura da predominância do Governo Federal na expansão da infraestrutura elétrica e emergência do Programa Nacional de Desestatização (PND)

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

Esta condição perdura até o final de 2002, quando, influenciado pela crise de oferta de energia de 2001-2002 (ainda durante o governo FHC), o então presidente Lula começa um modelo para viabilizar investimentos para o setor elétrico que envolvia parcerias público privadas (Figura 14).

Figura 14 – Trajetória da origem do capital 1991-2015

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

7.3 Apresentação dos Resultados Históricos à luz do modelo teórico – Trajetória Institucional

Conforme visto, em um primeiro momento da história do setor elétrico as empresas privadas recebiam uma concessão das prefeituras para utilizar o potencial hídrico para geração de energia elétrica. Esta condição, somada a Clausula Ouro, foram essenciais para os investimentos estrangeiros se expandirem no setor elétrico brasileiro (Quadro 06).

Quadro 06 – Marcos institucionais 1879 a 2015

1903	1904	1933	1934	1939	1946	1951	1954
1ª Legislação para utilização de potencial hídrico para geração elétrica	Início da Cláusula Ouro	Fim da cláusula ouro (1904 - 1934)	Criação do Código de Águas e Fim da Cláusula Ouro	Criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE)	Extensão do Imposto Único para o setor de energia elétrica	Criação do BNDE	Institui-se o Fundo Federal Eletrificação (FFE) e o Imposto Único
1960	1962	1979	1981	1985	1986	1990	1992
Criação do Ministério de Minas e Energia (MME)	Criação da Eletrobrás	Elaboração do Plano 95 (Eletrobrás) e criação do SINSOC	Aprovação da regulamentação para compra de energia elétrica de auto produtores	Criação do PROCEL	Criação do CONAMA	Extinção do MME - atribuições transferidas ao Minfra	Recriação do MME
1993	1995	1996	1997	1998	2000	2001	
Lei Erizeu Resende: Liberação de inserção de energia de auto produtores na rede e criação do SINTREL	Licitação compulsória e inclusão da Eletrobrás no Plano Nacional de Desestatização (PND)	Criação da ANEEL	Criação da Eletronuclear	Criação do Operador Nacional do Sistema (ONS)	Plano Prioritário de Termelétricas (PPT) à gás natural	Criação da CBEE e da CGE	
2002	2003	2004	2008	2009	2012	2015	
Criação do PROINFA	Criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e determinação da menor tarifa como critério de escolha de leilões de energia	Retomada do planejamento nacional do setor elétrico - Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica - 2006/2015 (EPE)	ANEEL permite que cooperativas rurais possam atuar como distribuidoras de energia elétrica	Regramento para integração de sistemas isolados de geração ao SIN e Lei que determina o recolhimento de 1,3% da receita líquida do setor para P&D	Resolução Normativa ANEEL nº 482	Atualização da Resolução Normativa ANEEL nº 482, através da Resolução Normativa ANEEL nº 687	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos em Memória da Eletricidade (s/d); Leite (1997) e Junior e outros (2007).

Esta tendência durou até 1934, quando Getúlio Vargas encerra a cláusula ouro e começa um processo de estatização, que fundamenta-se no Código de Águas e no Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), centralizando no poder público as decisões referentes ao potencial hidrelétrico brasileiro (Quadro 06). O CNAEE, criado em 1939, pode ser entendido como o primeiro órgão regulador do país (Figura 15).

Figura 15 – Trajetória institucional da origem do capital 1879-1939

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

A partir do momento em que o Governo Federal procura tirar o poder de decisão da expansão da geração das mãos das empresas estrangeiras, surgem e passam a dominar o campo empresas estatais como a CHESF, Furnas e a Eletrobrás, que foram as principais responsáveis pelos investimentos do setor elétrico até o início dos anos de 1990, quando o Programa Nacional de Desestatização (PND) é colocado em prática (Figura 16). Sob a articulação do Ministério da Infraestrutura (Minfra), que substituiu o Ministério das Minas e Energia (MME) durante o governo Collor (Quadro 06). o PND dividiu o setor em geração, transmissão e distribuição, e concedeu direitos de exploração para empresas privadas. O MME volta a existir em maio de 1992 (Figura 17).

Figura 16 – Trajetória institucional da origem do capital 1934-1991

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

Este contexto de desestatização gera menos controle do estado sobre as ações do setor elétrico, o que culmina, em 1996, na criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com o objetivo de regular e fiscalizar a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. O Governo Federal, sob a figura do presidente Fernando Henrique Cardoso (FHC), aprova lei para criação da agência (Quadro 06 e Figura 17).

Figura 17 – Trajetória institucional de privatizações que culminam na criação da ANEEL

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

O fornecimento de energia elétrica se mantém estável até os anos 2000, quando a crise de oferta impulsiona mudanças no setor, fazendo com que ganhem relevância as fontes termelétricas na matriz, e o modelo de investimento passe a fundamentar-se em Parcerias Público Privadas (PPP) (Figura 14).

As pressões internacionais pela mitigação da emissão de gases de efeito estufa desfavorecem a opção por termelétricas alimentadas por combustíveis fósseis, o que coloca estes empreendimentos no papel de reservas de contingência para o setor, ao invés de opções desejáveis para expansão elétrica. Por outro lado, o aumento das contestações socioambientais sobre os grandes projetos hidrelétricos passa a demandar um olhar mais cirúrgico a respeito das opções renováveis limpas para a matriz elétrica nacional, como a energia eólica e a solar (Figura 18).

A geração distribuída passa também a ganhar viabilidade ao longo da evolução institucional histórica do setor elétrico (Figura 18). Por quase de 100 anos não houve regulação

específica para auto produtores²³ de energia elétrica. Esse cenário muda em 1982, quando aprova-se a primeira regulamentação para compra de energia elétrica de auto produtores, seguida em 1993 pela liberalização de inserção de energia elétrica na rede por auto produtores, que a partir deste momento podem gerar sua própria energia, inseri-la na rede elétrica e pode ser remunerados por isso (Figura 18).

Figura 18 – Trajetória institucional para possibilitar a geração distribuída no Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor a partir das contribuições de North (1990), DiMaggio e Powell (1983) e Fligstein (2001), com dados obtidos em Júnior e outros (2007), Leite (1997, 2014) e Memória da Eletricidade (s/d).

Este cenário, porém, não viabilizava ainda a produção de pequenas quantidades de energia elétrica e a inserção de eventuais excedentes na rede de baixa tensão. As pressões pela manutenção e estabilidade do clima também levaram a ANEEL a desenvolver a Resolução Normativa nº 482 de 2012 (atualizada pela nº 687 de 2015) no sentido de estabelecer o primeiro marco nas regras, normas e procedimentos entre a rede e o gerador distribuído (Figura 18).

²³ Pessoa física ou jurídica que recebem concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada a uso exclusivo, podendo, através de autorização posterior da ANEEL, comercializar o excedente de energia elétrica.

7.4 Entrevistas em profundidade

A análise das temáticas nas entrevistas será exposta na forma de tópicos, conforme as questões abordadas. Durante as entrevistas pode-se identificar exemplos dos preditivos teóricos postulados²⁴ para compor o modelo de análise.

7.4.1 Quanto à questão histórica da hidrelétrica centralizada como principal fonte e o futuro da geração centralizada

“Gov” é categórico ao afirmar que “Era o que tinha”. Ou seja, diante da abundância hídrica e das tecnologias presentes no começo do século XX, era evidente que a hidrelétrica fosse escolhida. Também “Dist” afirma que:

“(...) nunca se olhou com outros olhos para outras fontes (...) pela fartura do recurso (hídrico).”

“FV” e “Pesq” dizem a mesma coisa quanto à abundância dos recursos hídricos e acrescentam o menor custo de manutenção no longo prazo como outro fator para sua consolidação.

Neste caso, os quatro entrevistados identificam a grande disponibilidade de recursos hídricos brasileiros como ponto de partida para a utilização de fonte hidrelétrica. Este fator pode ser entendido como um marco de *path dependence*, assim como proposto por Douglass North (1990). “Gov” cita a usina de Rio Claro, que poderia ser comparada diretamente com Marmelos Zero (Figura 10) quanto ao pioneirismo do modelo hidrelétrico. Também a usina de Henri Borden é mencionada por “Dist” como um caso de sucesso que ocorreu durante meados do século XX, e pode ser entendida como uma consolidação isomórfica do modelo de geração de eletricidade brasileiro.

Houve uma ruptura institucional com respeito ao modelo de geração, que nos seus primórdios apresentou-se de maneira descentralizada, através de usinas municipais, e posteriormente consolidou-se como um modelo centralizado, com grandes usinas como Itaipu, Tucuruí e, até mais recentemente, Belo Monte:

²⁴ *Path Dependence*, Isomorfismo (coercitivo, mimético e normativo), Crise e Agente Hável.

“A geração centralizada foi uma consequência, quer dizer, houve uma tendência muito grande de urbanização no século XX, era evidente que a maneira de atender essas cidades era através de usinas centralizadas que eram mais fáceis de fazer.” (GOV).

Quanto ao futuro da fonte hidrelétrica centralizada, há uma discrepância de opinião entre os entrevistados. Três entrevistados acreditam que até o final do século XXI o Brasil deverá alterar sua preferência hidrelétrica, migrando seus investimentos para outras fontes, enquanto o outro entrevistado acredita que o potencial hidrelétrico ainda tem espaço para exploração:

“(…) o que tem de hidrelétrica vai se manter, se tiver ampliação vai ser muito pequena e vão se buscar outras fontes.” (Dist).

“Pra mim a tendência é migrar. Porque os recursos hídricos tendem a diminuir (...), tendem a ter menos opções de exploração, sendo que a maioria deles tem um maior potencial de impacto ambiental, e hoje (isto é) muito mais importante que no passado.” (FV).

“(…) a gente não vai ter mais como explorar esse potencial (referindo-se ao potencial hidrelétrico), a gente vai ter que partir para outras alternativas, considerando que a demanda do país vai continuar crescendo (...) eu acho que essas fontes renováveis alternativas, que seria a eólica e a solar (é) que acabam ganhando mais espaço na matriz” (Pesq).

Gov argumenta que a intermitência das renováveis ainda pode fazer com que a expansão da geração concentre-se em hidrelétricas:

“(…) por causa da intermitência (das renováveis), e aí eu vejo os reservatórios hidrelétricos como uma das melhores opções (para geração)”. (Gov)

Também vislumbrando o futuro, os entrevistados destacam as preocupações ambientais inerentes às usinas hidrelétricas e às novas fontes renováveis (Gov, Dist, FV, Pesq), além de entenderem os combustíveis fósseis como opção para geração elétrica até o final do século XXI, mesmo que em menor escala, devido a sua segurança e praticidade (FV).

7.4.2 Quanto aos aspectos normativos, técnicos e econômicos que influenciam a geração distribuída no Brasil

Antes de discorrer sobre os resultados obtidos para esta pergunta chave do roteiro, é importante salientar que os agentes escolhidos como respondentes podem ou não estar familiarizados com as escolhas teóricas deste trabalho, ou com a lógica por trás dos modelos explicativos aqui propostos, que sequer lhes foram expostos. Logo, por uma questão de

organização, a apresentação dos dados dar-se-á com a redução dos mesmos aos três preditivos que a pergunta sugere, conforme os subtópicos apresentados abaixo:

7.4.2.1 Quanto aos aspectos normativos²⁵ que influenciam a geração distribuída no Brasil

As entrevistas corroboraram com os aspectos isomórficos apresentados no referencial teórico. Também foi possível identificar nas respostas momentos de crises e agentes hábeis institucionais que já haviam sido identificados na pesquisa documental.

É importante salientar que a entrevista de “Gov” foi caracteristicamente diferente das demais. “Dist” e “FV” abordaram especificamente as questões normativas relacionadas à fotovoltaica distribuída, enquanto “Gov” discorre sobre os aspectos normativos que influenciaram a consolidação da matriz elétrica brasileira em torno de sua preferência hidrelétrica.

Esta seção da análise das questões normativas começa com a narrativa apresentada por “Gov” que, através de relato do período em que presidiu a CESP, corrobora com um dos preditivos teóricos:

“(…) formaram-se empresas de engenharia capazes de construir usinas hidrelétricas, e elas acabam ganhando vida própria, elas acabam sendo um *lobby* importante para se fazer mais usinas hidrelétricas (...) quando eu fui nomeado presidente da CESP no passado, todo mundo lá era barrageiro.” (Gov)

O *lobby* criado pelas empresas de engenharia capazes de construir hidrelétricas demonstra um isomorfismo do tipo coercitivo e, o fato destas empresas se concentrarem em explorar um único tipo de solução para geração elétrica, sugere um preditivo de isomorfismo mimético. Também se pode identificar, pela fala de “Gov”, um caso de isomorfismo normativo quanto o mesmo cita o termo “barrageiro”, que remete ao perfil de profissional que predominava no setor elétrico: engenheiros e profissionais especialistas em hidrelétricas.

²⁵ Normativos aqui sugeridos durante a condução das entrevistas como regras formais e tácitas que sugerem o *modus operandi* de negócio de um determinado setor, no caso o setor elétrico.

Outro caso de isomorfismo coercitivo pode ser identificado no momento em que “Gov” explica o poder das empresas produtoras de equipamentos nas decisões de investimento para o setor:

“(...) estavam ali (no momento em que o entrevistado presidiu a CESP) os produtores de equipamento como a SIEMENS, GE que tinham um poder tremendo de pressão sobre o governo, e a tendência era prosseguir o sistema hidrelétrico até onde ele podia .” (Gov)

“Esta pressão por hidrelétricas , ainda segundo “Gov”, aconteceu até a crise de 2001 e 2002, quando:

“(...) as pessoas acordaram para o fato de que se precisa instalar térmicas.”.
(Gov)

“Gov” corrobora com outro preditivo de crise, que também é identificado em um dos modelos explicativos (Figura 18), quando expressa que:

“Agora as térmicas estão enfrentando dificuldades devido ao aquecimento global, isso dá mais espaço para as renováveis.” (Gov).

Já os outros três entrevistados, “Dist”, “FV” e “Pesq” exploraram mais as condições normativas que se referem ao setor de geração distribuída e fotovoltaica distribuída. A análise dos discursos destes respondentes demonstra que há uma preocupação com os aspectos regulatórios da geração distribuída fotovoltaica, e há um entendimento que o cenário normativo atual está favorável para os investimentos neste tipo de geração:

“O aspecto regulatório vai ser decisivo na transformação da propulsão dessas fontes (referindo-se às fontes renováveis)” (Dist).

“(...) hoje, no Brasil (...) a gente tem uma regulação bastante favorável para geração distribuída, isso para o consumidor, a gente tem visto resultados de crescimento este ano, por exemplo a gente saiu de 1.200 (referindo-se a 2015) e deve fechar o ano (de 2016) em 7.000 unidades de mini e micro geração” (Pesq).

“Dist” aponta para uma mudança nas relações de mercado resultante de um eventual aumento de escala na geração distribuída: a maior liberdade de negociação de energia elétrica no mercado:

“(...) eu (referindo-se ao consumidor) não precisaria comprar da distribuidora, eu compro de quem eu quero!” (Dist).

Porém, os entrevistados entendem que este cenário traz uma preocupação evidente quanto aos custos de manutenção da rede de distribuição, não estão bem definidos pela Resolução Normativa nº 482 da ANEEL (Dist e FV). A operação da distribuidora fica mais complexa e custosa com a inserção da geração distribuída, ainda mais quando se trata de fontes intermitentes como a fotovoltaica (Dist).

Não está claro também o tipo de profissional necessário para realizar as instalações (FV). Em contrapartida, “Pesq” evidencia a competência do Inmetro e da ABNT na concepção de normas que certifiquem bons produtos e processos no mercado, sendo que já existe uma iniciativa da ABGD (Associação Brasileira de Geração Distribuída), de uma norma que certifique instaladores de sistemas fotovoltaicos (Pesq).

7.4.2.2 Quanto aos aspectos técnicos que influenciam a geração distribuída no Brasil

Quanto aos aspectos técnicos “Gov” e “Dist” demonstraram suas preocupações em relação às transformações, ainda mal compreendidas, do sistema elétrico perante a uma eventual adoção mais generalizada de fontes distribuídas intermitentes, como a solar fotovoltaica e a eólica:

“(…) se elas (as fontes renováveis) representam uma fração muito importante do consumo total e, sendo intermitentes, há o problema de estabilização da rede e, ao que eu saiba até hoje, as pessoas já aprenderam a utilizar da rede cerca de até 50% (de fontes renováveis intermitentes), acima disso eu creio que as pessoas têm dificuldade de usar em rede.” (Gov).

“T tecnicamente a gente ainda não tem uma maturidade para dizer os impactos que vão acontecer exatamente no sistema.” (Dist).

Complementarmente, “FV” abordou os aspectos técnicos específicos da geração distribuída fotovoltaica na perspectiva dos potenciais investidores destes sistemas. Logo, discorreu sobre a facilidade de montagem e instalação, e a facilidade de manutenção. Como ponto negativo da geração distribuída fotovoltaica ele apontou a falta de confiança nos sistemas por parte dos investidores e a falta de regulamentação específica:

“T tecnicamente como posso confiar (referindo-se aos potenciais investidores) se a pessoa (referindo-se ao técnico de instalação) conhece exatamente ou não as condições técnicas de instalação e tudo mais. Que nível de instalação técnica eu vou ter em uma

planta se eu comprar do empreendedor A, B ou C? Porque a normatização nesse caso ainda é um pouco aberta em termos de instalação (...)” (FV).

Perante a tais respostas, pode-se vislumbrar um cenário técnico ainda incipiente para a energia fotovoltaica distribuída, tanto em macro quanto em microescala, e uma incerteza muito grande quanto aos reais impactos das tecnologias envolvidas na concepção e operação dos sistemas de geração distribuída, que vão desde a falta de compreensão do volume de geração distribuída admissível para a operação segura na rede atual, até a compreensão dos parâmetros materiais e humanos para realizar a instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos distribuídos e conectados na rede elétrica.

Porém, “Pesq” aponta para uma vantagem, já apresentada na introdução deste estudo: o potencial de insolação do Brasil:

“Eu diria que, positivamente, em termos técnicos, primeiro a boa qualidade do recurso solar, e segundo ele é uniformemente distribuído por todo o país. Isso permite que um cidadão em qualquer lugar do Brasil, ele possa fazer um investimento em fotovoltaica que ele vai ter uma boa produção, principalmente se você comparar assim com outros países da Europa (...)” (Pesq).

7.4.2.3 Quanto aos aspectos econômicos que influenciam a geração distribuída no Brasil

Sobre os aspectos econômicos, “Gov” também discorreu mais sobre os aspectos históricos, neste caso, da composição do capital para os grandes investimentos do setor elétrico brasileiro, enquanto “Dist” e “FV” discorreram sobre os aspectos econômicos da geração distribuída que impactam, respectivamente, a distribuidora de energia elétrica e a comercializadora e instaladora de equipamentos de geração distribuída fotovoltaica.

“Gov” iluminou a pesquisa ao esclarecer que a origem do capital para investimentos do setor elétrico sempre foi estrangeiro, embora nem sempre privado. Mesmo quando as decisões de investimento estiveram nas mãos do Governo Federal, com o controle da Eletrobrás, por exemplo, os recursos foram provenientes, em sua maior parte, do Banco Mundial, que embora não fossem essencialmente privados, eram definitivamente estrangeiros.

“O capital todo era estrangeiro. A criação da ELETROBRAS em 1953 era toda estrangeira e o Banco Mundial era a fonte principal de financiamento.” (Gov)

“Gov” ainda afirma que o capital nacional nunca foi realmente poderoso e que investimentos de capital nacional no setor elétrico são recentes:

“Agora o capital nacional nunca foi suficientemente poderoso pra ele fazer investimento.” (Gov).

“Capitais nacionais são mais recentes, a Votorantim acabou se tornando uma geradora.” (Gov).

Nesta reconstituição histórica trazida pela memória de “Gov”, ator que presenciou e influenciou o setor elétrico brasileiro, a origem do capital para os grandes investimentos do setor elétrico sugerem forte influência do isomorfismo coercitivo, visto que apenas o Governo obtinha os empréstimos, dirigia estratégica, tática e operacionalmente as decisões sobre os novos investimentos de geração. No balanço de forças no campo, o isomorfismo coercitivo conduzido pelo Governo Federal priorizando projetos hidrelétricos, estaria sujeito às preferências e interesses do capital estrangeiro para investimento. Este isomorfismo coercitivo soma ainda forças com o isomorfismo técnico mimético entre os *players* (no caso, as empresas de engenharia e construção) e com o isomorfismo normativo dos atores privados e públicos (“barrageiros”) já identificados nas seções anteriores.

A entrevista de “Gov” identifica o papel de agente hábil da Eletrobrás que, no momento em que as empresas estrangeiras estavam passando por crises de solvência e estavam em dificuldades para realizar novos investimentos, foi responsável pela expansão do sistema a partir de 1960 e pela estabilização e equacionamento dos conflitos no setor.

“(…), sobretudo a *Light*, ela construiu as usinas, como a Henri Borden, que permitiu o crescimento de São Paulo (...) mas não conseguia aumentar as tarifas e ela, portanto, negligenciou os serviços e havia muitas queixas contra as empresas estrangeiras, mas as queixas não eram corretas. Você não pode exigir de uma empresa de eletricidade que faça investimentos para expandir a rede sem que você tenha alguma garantia de retorno. Então, se torna um tema político da maior importância. Tanto que os canadenses (referindo-se à *Light*) foram embora e o governo teve que entrar e a Eletrobras foi criada para isso, se não haveria um *blackout* completo.” (Gov).

“(…) realmente, quem expandiu o sistema a partir de 1960 foi a Eletrobrás (...)” (Gov).

Sobre as renováveis, “Gov” afirma que não há motivos econômicos para adotá-las e que qualquer ação do governo corresponde a uma resposta política.

“Veja, essas energias renováveis elas são tratadas pelo governo brasileiro como uma fonte de energia complementar em uma porcentagem pequena, e não tem havido realmente motivos econômicos fortes para estimulá-los, sobretudo com os créditos fáceis que o BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) dá, elas correspondem uma adição política de implementar, não é uma competição econômica real.” (Gov)

“Gov” diz que a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) não orquestrou, pelo menos a priori, os leilões de forma a fomentar a competitividade das renováveis:

“(…) a EPE se transformou num estorvo para as energias renováveis, porque ela fazia leilões em que todas as energias competiam na mesma cesta, o que é um absurdo porque intrinsecamente elas tem custos diferentes.” (Gov).

“Dist” respondeu as indagações sobre os aspectos econômicos abordando as perspectivas da distribuidora em relação à geração distribuída. Em seu discurso demonstrou duas principais preocupações: primeiro, quanto ao fato de a geração distribuída gerar menos receita para a distribuidora, que passará a vender menos energia para quem dispor de um sistema distribuído conectado à rede elétrica, e segundo, o equacionamento das despesas que são acrescidas pelo aumento da complexidade técnica da operação da rede elétrica, no caso de uma vasta adoção de geração distribuída, já debatida na seção anterior.

“(…) a gente não pode não falar que a distribuidora está perdendo mercados, sim, está perdendo mercado, porém, ao mesmo tempo em que ela perde o mercado, ela tem um acréscimo de despesas porque ela vai ter que fazer a gestão de toda essa contabilização da energia injetada (...)” (Dist).

“Pesq” corrobora que há um mau equacionamento dos custos que recaem nas distribuidoras, e entende que a RN nº 482 deve ser revista a partir de 2020:

“(…) só que eu acho que até 2020, 2025, a gente vai ter que remodelar a estrutura dessa regulação para remunerar adequadamente a estrutura de custo da distribuidora (...) quem está colocando geração distribuída acaba deixando de pagar os custos fixos pela rede da distribuidora e isso vai levar ao encarecimento da tarifa para os outros consumidores.” (Pesq).

Talvez o dimensionamento e realocação dos custos fixos com a rede reduza a atratividade do negócio em geração distribuída, entretanto, há a expectativa de que, mesmo com a alteração futura da regulação com a finalidade de equacionar os custos da distribuidora, haja um crescimento do mercado até 2050 (Pesq).

Também há o apontamento de que, quando a RN nº 482 de 2012 (revisada pela nº 687, em 2015) fora elaborada, houve consulta pública, e que a ANEEL sabia que o modelo poderia ficar desbalanceado, mas que mesmo assim optou pela vontade da população (Pesq).

Embora “Dist” não tenha abordado a origem primária do capital para os investimentos, ele compartilha com “Gov” a percepção da força do Governo Federal na composição da matriz elétrica:

“Basicamente toda a constituição nacional é estatal, sempre veio direcionada por recursos do governo, a não ser essas grandes duas hidroelétricas que tem uma certa parceria, mas de qualquer maneira grande parte do investimento continua sendo do governo para suprir toda a demanda que o país precisa” (Dist).

Ao opinar sobre a constituição da origem do capital para a geração distribuída, “Dist” é categórico ao afirmar que será privado:

“Eu vejo que o capital que vai para a geração distribuída, é praticamente privado, não tem capital estatal no modelo de geração distribuída.” (Dist).

Segundo ele, esta composição privada do capital está intrinsecamente associada ao tipo de investimento que a geração distribuída propicia:

“Porque são modelos de negócios mesmo, não é um intuito social (...) o direcionamento do investimento estatal (é) para a construção de grandes usinas, mas a GD é muito mais de caráter individual.” (Dist).

Ele ainda afirma que os aspectos socioambientais são importantes, principalmente para captar recursos de organizações para tais aplicações:

“Lógico que também tem a questão ambiental que muitos investidores observam isso, porque pra poder captar recurso tem que estar no meu portfólio a questão econômica, a questão ambiental, um pouco da questão social (...) Pra poder realmente captar dinheiro, a questão não é só com dinheiro (referindo-se à questão econômica) que eu consigo recurso nas instituições²⁶, eu tenho que abranger meu leque, eu tenho tudo isso de benefícios, marginais ou não, pra fazer a implantação do meu projeto. Você aceita

²⁶ A transcrição é literal, entretanto como este trabalho possui foco em uma análise institucional, é importante esclarecer que aquilo que o entrevistado Élio Vicentini chamou de “instituição”, neste contexto é tratado neste trabalho como uma organização, ou seja um agente, que participa em um campo influenciando e sendo influenciado pelas instituições nele presentes.

(falando do investidor)? E o investidor fala: “realmente tem a linha ambiental-social-econômica, então eu vou nisso”.” (Dist).

“FV” discorreu sobre os aspectos econômicos relacionados especificamente ao seu empreendimento, a MC2 Solar. Suas preocupações econômicas estão muito associadas à confiança entre os parceiros do setor, aos custos iniciais de investimento de um projeto fotovoltaico distribuído e seus respectivos custos de amortização e *payback*, além da incerteza quanto ao cenário político, como já expresso em seção anterior, quanto a autonomia das agências e a estabilidade das políticas tarifárias.

“(…) não tem um mercado estabelecido, há muita dúvida em termos de confiança dos parceiros (…)” (FV).

“(…) o custo de investimento inicial é relativamente alto para os padrões brasileiros hoje²⁷ (…) o custo em relação à amortização, ele tem uma relação de médio a longo prazo (referindo-se ao *payback*), 6 a 9 anos, que se dão em função das tarifas de energia (… de (taxas de) importação das placas (…)” (FV).

“Pesq” afirma que para o problema de confiança do setor, apontado por “FV”, a distribuidora possui uma vantagem neste quesito. A Light, a Cemig, A AES Eletropaulo, e outras distribuidoras podem utilizar seus anos de experiência para garantir credibilidade dos sistemas fotovoltaicos que eventualmente ofereçam, assim como de suas assistências técnicas (Pesq).

Tanto “FV” quanto “Pesq” enxergam um cenário econômico de alto custo de capital para os investimentos em geração distribuída fotovoltaica:

“(…) como a gente fala no pequeno empreendedor, na microgeração ainda, o fator econômico é muito gritante no investimento inicial e hoje as condições de financiamento pra diminuir esses *gaps* econômicos são críticas também por causa da situação do país.” (FV).

“(…) o Brasil é um país, historicamente, com altas taxas de juros, isso eleva a necessidade de remuneração dos investidores. Então no Brasil se você vai fazer um investimento você exige 10% (de retorno), enquanto que em países da Europa ou nos Estados Unidos, em valores menores você já viabiliza os projetos, porque o custo de oportunidade no Brasil é maior, já que os investimentos seguros (do Brasil) remuneram

²⁷ O entrevistado refere-se aqui ao custo de capital do Brasil, diretamente relacionado as alta taxa básica de juros, que no momento desta redação estavam em 14,25% (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2016).

a uma taxa bem maior do que lá fora (...) isso acaba implicando em linha de financiamento para pessoas físicas que são escassas no custo de capital (...)” (Pesq).

Outro apontamento feito por “FV”, e corroborado por “Pesq”, foi quanto à possibilidade do governo em obter uma nova fonte de geração de energia elétrica sem ter que arcar com grandes investimentos de instalação:

“(...) a tendência da distribuída é que requer menos investimento público, ou seja o governo tende a ter um alívio só com concessões ter menos necessidade de o governo investir em energia, o que para a condição atual econômica é muito melhor para o governo, que vai poder expandir o setor elétrico numa área de renováveis, fazer políticas públicas fortes para isso e ainda não ter que fazer investimento de grande porte.” (FV).

“(...) ou até porque é outra fonte de capital (referindo-se à origem dos investimentos em geração distribuída), você não vai precisar das empresas ou do governo colocando dinheiro e enfim, vai pegar dinheiro do próprio consumidor e é ele quem vai investir.” (Pesq).

“FV” discorre sobre a consolidação do capital, também no sentido da fonte de receita que supria os investimentos de infraestrutura do setor elétrico, e afirma que ele tenha sido proveniente do setor público, tendo um momento de capital misto durante a consolidação das termelétricas:

“No meu ponto de vista, hidroelétricas, termoeletricas, os mais tradicionais ainda são de capital público, com agora a termelétrica, misto com o privado, mas as hidrelétricas foram o maior investimento publico.” (FV).

Conforme “Gov” havia esclarecido, o capital sempre foi estrangeiro, mas assim como “Dist”, “FV” também tem a percepção de sua origem ser pública. Provavelmente esta percepção ocorra pelo poder de influência que o Governo Federal sempre teve perante a utilização destes investimentos, inclusive em relação às escolhas na composição e expansão da matriz, majoritariamente hidráulica no país. A geração fotovoltaica distribuída pode representar uma experiência de investimento privado, nacional e pulverizado entre mini e microgeradores, remontando as origens da geração de energia elétrica, com a distinção de que a interligação do sistema elétrico é fator fundamental para as perspectivas deste modelo.

7.4.3 Quanto às perspectivas dos entrevistados sobre o futuro da geração fotovoltaica distribuída no Brasil

Quanto ao futuro da geração fotovoltaica distribuída e suas perspectivas, inclusive em relação à fonte fotovoltaica distribuída ou centralizada, “Gov” afirma que, embora haja um pouco de “voluntarismo”, as melhores projeções disponíveis são da EPE:

“Os melhores estudos feitos sobre isso são as projeções da EPE, elas estão cheias de hipóteses (...) tem um bocado de voluntarismo, mas elas são razoáveis.” (Gov).

O entrevistado ainda afirma que, na sua visão, a energia fotovoltaica, como um todo, deve ocupar até cinco por cento da geração de energia elétrica brasileira até 2030, o que “Gov” afirmar ser significativo:

“(...) energia fotovoltaica vai ocupar 5% em 2030, já é bastante, o sistema brasileiro é grande.” (Gov).

“Gov” ainda concorda que a fonte distribuída exerceria um papel apenas marginal deste total. “Dist” apresenta um dado que pode questionar o papel coadjuvante da fotovoltaica distribuída apontado por “Gov”:

“A gente tem umas respostas dos números de solicitações de acesso que da pra perceber que realmente é exponencial o número de solicitações.” (Dist).

“Dist” ainda argumenta que a potência de crescimento exponencial dependerá do cenário econômico do país:

“Mas esse angulo, a potência da parábola (de crescimento de geração distribuída fotovoltaica), pode ser quadrática, ao cubo, a quarta, depende de como vai ser essa reproposta econômica do país (...)” (Dist).

E “FV”, afirma que o crescimento será maior entre 2020 e 2030, com estabilização posterior, e também condiciona o crescimento do setor ao cenário econômico do país, sendo mais enfático quanto ao cenário político:

“Eu vejo o crescimento tende a ser mais forte nos anos de 2020 e 30, com uma certa estabilização posterior, um crescimento menos íngreme (...)” (FV).

“Depende muito da manutenção das políticas publicas (referindo-se ao crescimento da fotovoltaica distribuída) (...)” (FV).

“Dist” faz projeção parecida para a fotovoltaica, apostando que no curto e médio prazo ela tenha um maior desenvolvimento com posterior estabilização.

“(…) então vai ter uma certa massificação da fotovoltaica a médio e curto prazo, a longo prazo eu não sei o que vai acontecer, pode ser que apareça algum outro tipo de fonte²⁸ de energia que acabe competindo com a fotovoltaica.” (Dist).

Ao abordar os leilões e a participação da geração centralizada, “Gov” concorda que os leilões que devem movimentar o crescimento da fonte fotovoltaica, e “Dist” afirma que os leilões vão incentivar as fazendas fotovoltaicas de geração centralizada, embora sua preferência pessoal seja por distribuída pela sua preocupação com a competição pelo uso de terra gerado por uma grande usina fotovoltaica centralizada²⁹:

“Os leilões ele vão incentivar a proliferação dessas fazendas fotovoltaicas, é um propulsor, eles tem que acontecer realmente pra incentivar o desenvolvimento dessa tecnologia.” (Dist).

“Eu gostaria que fosse distribuída, não por fazenda, porque se a gente utilizar os telhados que tem na cidade de uma forma mais inteligente eu acho que seria o mais viável.” (Dist).

“Pesq” acredita que ambos, a geração distribuída e os leilões serão responsáveis por disseminar as fontes renováveis e a fotovoltaica. Até 2016, os leilões contabilizaram muito mais em capacidade instalada que a geração distribuída, porém o momento regulatório favorece a geração distribuída, e os leilões podem ajudar a geração distribuída a disseminar a tecnologia e arcar com eventuais custos de exploração (Pesq).

Também houve menção ao conflito entre modelo centralizado e distribuído para a fonte fotovoltaica, argumentando-se que provavelmente os custos sejam mais baixos para o modelo centralizado, entretanto, existem aspectos não econômicos que podem influenciar as regulações e os investimentos, como afirma “Pesq”:

²⁸ “(…) pra mim o modelo futuro vai ser na base do hidrogênio, ele não pode depender da fotovoltaica nem da eólica (referindo-se ao abastecimento da rede) (...), agora o hidrogênio a célula combustível, pra mim é a saída, o resíduo da geração é vapor de água, isso é maravilhoso (...)” (Dist).

²⁹ Se equacionado os problemas regulatórios já debatidos em seção anterior, problemas principalmente relacionados à política de tarifas e remuneração da concessionária com o novo modelo distribuído.

“(...) a satisfação do consumidor em gerar sua própria energia (...) talvez fosse até mais barato gerar energia fotovoltaica centralizada, mas você (o governo) vai querer deixar na mão dos consumidores gerar sua própria energia (...)” (Pesq).

“FV” disse algo parecido sobre os leilões, e ele acrescenta que a geração distribuída seria uma opção para o governo gerar energia elétrica sem ter que fazer grandes investimentos públicos, o cenário para leilões de renováveis podem ser facilitados entre o curto e médio prazo:

“Com uma tendência de pouco caixa governamental pra energia, de qualquer fonte, nos próximos 10 anos, a tendência é que esse leilões e essas políticas sejam mais facilitadas, isso para que aconteça um *boom* (referindo-se a um possível avanço rápido de SFCR) nesses períodos. Porque o governo vai precisar correr pouco risco de energia (...) Nós estaríamos correndo risco hoje (caso a economia retomasse seu crescimento esperado).” (FV)

“FV” manifesta um palpite da participação de centralizada e distribuída no total da geração fotovoltaica do Brasil ao final de 2030, afirmando que tal palpite pode variar dependendo da estabilidade e autonomia das agências e empresas públicas, aqui tratadas como “pulso”, e evoluções técnicas, que podem ser observadas com quando o entrevistado cita a alternativa das baterias:

“Eu acredito em torno de 60% à 70% de leilão com 30% de distribuída e isso pode estar invertendo a longo prazo, tipo diminuindo os leilões e aumentando a distribuída. Depende do pulso, depende se tem muitos leilões (em uma só região) (...) depende de bateria, (ou seja) depende de algumas alternativas que possam manter ou diminuir esses leilões.” (FV).

Tudo isso, entretanto, pode mudar de acordo com os rumos da revisão da Resolução Normativa nº 482 prevista para 2019, conforme afirma “Pesq”, haveria então um risco regulatório de médio prazo no Brasil, embora a ANEEL tenha afirmado que os sistemas instalados até a mudança da resolução, permaneceriam nas regras atuais:

“Negativamente, em termos de lei e regulação, eu diria que tem um risco regulatório presente aqui no país (...) em 2019 a ANEEL vai rever a resolução 482, e ela deixou em aberto, ela não disse se o modelo vigente vai se tornar mais atrativo ou vai se tornar menos atrativo. A princípio os investimentos que foram feitos agora devem permanecer com essa regra (...) só que a ANEEL não possui nenhum mecanismo que garanta isso” (Pesq).

7.4.4 Quanto à relação entre a geração distribuída e as concessionárias de distribuição de energia elétrica

Os quatro entrevistados convergiram que a distribuidora de energia elétrica pode se incomodar com a geração distribuída, mas apenas se houvesse adesão por parte significativa da população:

“Provavelmente (a geração distribuída vai incomodar a distribuidora), mas aí uma parte significativa da população precisa utilizar essa solução,” (Gov).

“(...) a gente não pode não falar que a distribuidora não está perdendo mercados, sim (a distribuidora) está perdendo mercado (referindo-se à DG) (...)” (Dist).

“(...) a tendência é que elas vão começar a esperar quando o ganho e crescimento dessa distribuída for maior e mais influenciador na própria rentabilidade das concessionárias (...)” (FV).

“Gov” destacou que em metrópoles, a geração distribuída não tem apelo para ser adotada em grande escala, citando o Texas como exemplo de estado rural que obteve alto grau de descentralização:

“(...) mas aí uma parte significativa da população precisa utilizar essa solução, o que em lugares urbanizados é problemático, o Texas é muito descentralizado, é um estado rural, em uma megalópole como São Paulo é evidente que uso de fotovoltaica vai ser marginal.” (Gov).

“Dist” descreveu, conforme já citado, o aumento de sua complexidade operacional sem uma contrapartida de remuneração, como o principal problema e que pode afetar, inclusive, a liquidez das distribuidoras:

“(...) porque ela (a distribuidora) vai ter que fazer a gestão de toda essa contabilização da energia injetada, (...) isso são custos que teoricamente poderiam estar embutidos na revisão tarifária, mas impactam demais no fluxo de caixa da empresa.” (Dist).

Quanto aos custos de transação³⁰, “Gov” afirmou ser a manutenção o maior fator de impacto em sua composição, enquanto “Dist” indicou a diminuição da vida útil dos

³⁰ São custos provenientes na elaboração, manutenção e alteração dos contratos entre agentes presentes em mercados que possuem informação incompleta e/ou para evitar comportamentos de agentes oportunistas, controlando assim os riscos morais.

transformadores, a contabilização da energia injetada, a modernização dos sistemas de faturamento e o aprimoramento da mão de obra, como os principais custos de transação a serem equacionados por eventual futuro aprimoramento das regulações para geração distribuída.

“FV” afirma que o Governo deverá reagir de forma a cobrir tais custos de transação:

“(...) ou seja, de alguma forma o governo vai ter que corrigir esse déficit (“déficit” foi identificado aqui, como os custos de transação) para as concessionários.”
(FV).

Ele também atenta para o fato de que as próprias distribuidoras já estão investindo em geração distribuída por dois motivos: primeiro, para conhecer melhor as possibilidades e a tecnologia, e em segundo para eventualmente poder obter um meio de geração própria. Com o aumento de escala, a geração distribuída poderia até mesmo aumentar o poder de negociação das distribuidoras com relação às empresas de transmissão e geração:

“Muitos concessionários já estão investindo em distribuída, principalmente pra ter geração própria (...) para dominar essa geração que (poderia se) dela ou de um investidor privado, e que ela (a distribuidora) possa estar distribuindo e ter rentabilidade sobre isso, ou pelo menos conhecer o setor e ter essa condição de investir em planta solar também, criando outros nichos que podem a favorecer (...), ela tem que estar procurando adequar o mercado, e como ela pode ganhar com esse novo mercado.”
(FV).

8 Discussão

8.1 Modelos Explicativos à luz das Entrevistas em Profundidade

Algumas trajetórias históricas destacadas pelos modelos explicativos foram corroboradas através da análise temática dos discursos dos entrevistados. Tais convergências são destacadas tópicos a seguir, através da ênfase sobre marcos e agentes associados aos preditivos teóricos na pesquisa documental.

8.1.1 Dependência brasileira da geração hidrelétrica e suas relações com *path dependence*, isomorfismo e crise

Quanto à manutenção do modelo hidráulico, os entrevistados são unânimes em afirmar que o potencial hidráulico e as tecnologias disponíveis foram os determinantes para que historicamente a escolha predominante de geração fosse a hidrelétrica. Entretanto, apenas um (Gov) ainda acredita que haja espaço para mais hidrelétricas no Brasil, enquanto os demais (Dist, FV e Pesq) pensam que o recurso esteja próximo de seu esgotamento, se não pelos limites físicos, por suas implicações socioambientais. Conjuntamente, análise documental e as entrevistas produzem elementos que sugerem que houve estrangimento das opções de escolha quanto à geração elétrica brasileira, num primeiro momento, por parte dos agentes. Assim, a primeira hidrelétrica, Marmelos Zero pode, de forma simbólica, representar um marco de *Path Dependence* para o setor.

Os entrevistados convergem, portanto, para três principais aspectos determinantes para o predomínio de energia hidrelétrica no país: a) o evidente potencial hídrico disponível no Brasil, b) as tecnologias disponíveis quando a energia elétrica começou a ser produzida, no final do século XX e c) a relação custo benefício que torna a geração hidrelétrica a mais barata entre as opções.

Um dos entrevistados (Gov) ainda afirma que o “*lobby*” da hidrelétrica foi inevitável, e que nossos engenheiros acabaram sendo formados para a construção de barragens, o que corrobora com manifestações de isomorfismo coercitivo e normativo, respectivamente.

Pode-se também verificar um preditivo de crise para o setor elétrico, quando barreiras institucionais são criadas para a expansão hidrelétrica, impulsionadas principalmente por pressões da sociedade e da academia, que atentam aos seus problemas socioambientais. Esta crise pode explicar o surgimento de programas como o Proinfa, e os leilões de energia fotovoltaica, bem como o surgimento da RN nº 482 para geração distribuída (Figura 17).

8.1.2 Aspectos normativos, econômicos e técnicos que delimitam a escolha pela fonte de geração de energia elétrica

Os aspectos normativos, econômicos e técnicos que constroem a escolha pela fonte de geração de energia, no Brasil, estão completamente interligados, sendo meramente didática a escolha por uma divisão temática conforme apresentada abaixo.

8.1.2.1 Quanto aos aspectos normativos³¹ que influenciam a geração distribuída fotovoltaica no Brasil

Ao tratar dos aspectos normativos brasileiros que condizem com a geração distribuída, o foco ficou na Resolução Normativa N° 482 da ANEEL, de 2012 (Revisada pela RN n° 687, de 2015) já relatada e explicada em outras seções desta dissertação (Figura 18).

Ainda sobre a RN n° 482 foi identificado que tal resolução não contempla alguns custos, como novos sistemas de faturamento para as contas de energia elétrica, novas condições de contratos de aquisição de energia elétrica para a distribuidora, e custos também com a adequação técnica dos projetos, aqui entendidos como custos de transação. Também foram identificados custos operacionais insuficientemente equacionados pela RN n° 482, como diminuição da vida útil dos transformadores devido ao aumento de comutações diárias causado pela instabilidade de geração que a fonte solar fotovoltaica acarreta (Dist e FV).

A incerteza também foi fonte de preocupação de ambos os entrevistados (Dist e FV), que expressaram suas inquietudes perante o cenário normativo. O que estaria em questão seria o tempo que a RN n° 482 manter-se-ia sem alterações. Segundo estes entrevistados, a ANEEL deve manter a RN n° 482 até, pelo menos, 2020. Isto é sinérgico com o discurso do analista Gabriel Konzen, que afirma que haverá mudanças, mas entre 2020 e 2025 (Pesq).

Entretanto, a percepção de um dos entrevistados (Dist) é de que esta data pode ser adiantada se as aplicações distribuídas avançarem demais em volume de geração, pois os custos operacionais da distribuidora de energia elétrica subirão, e os contratos de fornecimento precisarão, necessariamente, serem revistos com a finalidade de equacionar melhor a remuneração das empresas que distribuem energia elétrica.

³¹ Normativos aqui sugeridos durante a condução das entrevistas como regras formais e tácitas que sugerem o *modus operandi* de negócio de um determinado setor, no caso o setor elétrico.

No caso da AES Eletropaulo, o volume de geração distribuída ainda não é expressivo, mas o crescimento, que já é exponencial, pode tornar-se rapidamente relevante para a distribuidora. Conforme citado na contextualização do objeto de estudo deste trabalho, a geração distribuída cresceu de pouco mais de mil aplicações registradas em 2015, para mais de cinco mil em 2016 (ANEEL, 2016).

O crescimento da geração distribuída somado à má equalização dos novos custos operacionais e de transação descritos anteriormente podem representar um sério problema a curto e médio prazo para a remuneração das distribuidoras, podendo gerar uma situação de instabilidade financeira para as empresas.

As entrevistas em profundidade, a análise documental e os dados que retratam o crescimento das instalações fotovoltaicas distribuídas e sugerem que a RN nº 482 consiste em um marco institucional favorável para este tipo de geração, e potencialmente pode ser o marco inicial de uma trajetória de energia fotovoltaica distribuída (figura 18).

Outro tema importante abordado durante as entrevistas foi a aparente morosidade que o Brasil apresenta para desenvolver políticas públicas energéticas (FV). Esta inércia institucional corrobora com a reprodução isomórfica do modelo de geração observada na análise documental. Entretanto, tal morosidade, pode não ser de todo nociva. A cautela brasileira pode ser bem vista, no sentido de entender melhor as novas tecnologias antes de procurar estabelecer um ambiente institucional adequado (FV), evitando problemas maiores como o ocorrido em Nevada, nos Estados Unidos. O estado do sudoeste americano optou rapidamente por uma resolução otimista em relação aos benefícios e subsídios econômicos oferecidos aos geradores distribuídos. Tais incentivos acabaram com a liquidez das distribuidoras, gerando uma forte crise para o setor.

O lobby das distribuidoras e geradoras locais fez com que o Governo Estadual de Nevada voltasse atrás em uma série de benefícios que haviam sido concedidos aos geradores distribuídos, tornando economicamente inviável a conexão à rede dos sistemas distribuídos fotovoltaicos. Muitos estadunidenses de Nevada simplesmente saíram da rede e compraram baterias para suas residências, desperdiçando ganhos provenientes da integração, como a

realocação da energia elétrica para outros locais, de acordo com sua intermitência durante a geração³² (THE GUARDIAN, 2016; ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE, 2016).

Logo, para evitar desastres institucionais como o de Nevada, a morosidade pode até mesmo ser entendida como um esmero por parte da ANEEL em relação à definição do ambiente institucional adequado para receber as aplicações de geração fotovoltaicas distribuída. “Pesq” afirma que as regulações estão em fase de transição ao redor do mundo, em países que lideram em geração distribuída, e tendem a uma reforma que equacione o problema dos custos fixos que os geradores distribuídos acarretam à distribuidora. Este revés, ou empecilho, de compensar os custos fixos das distribuidoras pode ser compensado pelos eventuais avanços em tecnologia e ganhos de escala dos sistemas fotovoltaicos (Pesq).

Outro aspecto indispensável à discussão, e que apareceu nas entrevistas (FV), é quanto ao sistema de compensação, também conhecido pela expressão em inglês “*net metering*”. Conforme já citado na contextualização teórica, o modelo brasileiro ainda não permite a remuneração dos geradores distribuídos com contrapartidas financeiras. A compensação apenas equipara o excedente de energia elétrica produzido pelo gerador distribuído através de créditos em energia elétrica, que podem ser utilizados no local da geração ou em outra localidade³³.

Por último, há o aspecto normativo associado aos leilões de energia, que podem, segundo os entrevistados, fomentar as fontes fotovoltaicas centralizadas nas matriz energética, potencializando o desenvolvimento e difusão da tecnologia. O desenvolvimento das tecnologias e o aumento de escala de implementação podem trazer também benefícios colaterais às fontes fotovoltaicas distribuídas (Gov, Dist e FV).

8.1.2.2 Quanto aos aspectos técnicos que influenciam a geração distribuída fotovoltaica no Brasil

Dois entrevistados demonstraram preocupação com a incerteza perante aos aspectos técnicos de uma grande inserção de geração distribuída na rede, principalmente por se tratarem de fontes intermitentes, como a solar e a eólica (Dist). Foi estimado por um dos entrevistados

³² Se está muito sol, posso deixar de utilizar as térmicas, e quando não há, posso ligá-las. Sendo *off grid*, ou seja, desconectado da rede elétrica a aplicação beneficia apenas o gerador, não havendo para os demais usuários de energia elétrica.

³³ Desde que sob o mesmo CPF (Cadastro de Pessoa Física) e na mesma área de concessão da distribuidora que recebe os excedentes.

um máximo de cinquenta por cento para ocupação da rede com fontes intermitentes (Gov), isso considerando as tecnologias atuais.

Os aspectos técnicos que podem limitar os avanços da fotovoltaica distribuída também estão associados aos novos custos que recaem sobre a distribuidora e não estão bem equacionados na Resolução Normativa nº 482 (de transação e operacionais, citados na seção anterior e aqui tratados com mais detalhe) (Dist, FV, Pesq). Ao inserir energia na rede elétrica através de uma aplicação de geração distribuída, a rede necessita de novas operações e que acarretam em tais custos. Estes estão associados, principalmente, a comutações³⁴ diárias feitas por transformadores, que hoje estão concebidos para operar unidirecionalmente, com energia proveniente de grandes usinas centralizadas. Também, o mesmo problema acontece com um equipamento denominado regulador de tensão, que precisaria operar muito mais vezes ao dia, de acordo com a intermitência na obtenção desta energia elétrica, o que encurtaria sua vida útil e encareceria os processos (Dist).

Custos de transação também são acarretados pelo aumento de escala na inserção da geração distribuída. Este custos envolvem os sistemas de faturamento das contas de energia elétrica, que passam a contar com os sistemas de compensação; adequação de equipe técnica e equipamentos necessários para auferir as medições da energia que entra na rede; eventuais custos de celebração e manutenção dos contratos³⁵ de fornecimento de energia (Dist).

O equacionamento destes problemas pode estar na mudança no sistema de remuneração da distribuidora, que poderia ser alterado de receita por energia consumida pelos clientes, para um modelo que a remunere pra disponibilidade de energia elétrica, que incentivaria iniciativas que aumentassem a segurança do suprimento de energia elétrica (Dist).

Porém, isso é um pouco contraditório ao que diz “Pesq”, que afirma que o modelo de negócio das distribuidoras não é vender energia, pois as alterações de preço são repassadas ao consumidor. A distribuidora tem remuneração, segundo o especialista, associada aos investimentos realizados em infraestrutura de distribuição (Pesq).

A facilidade e rapidez da montagem da geração distribuída fotovoltaica são nítidas, principalmente se comparadas com outras fontes como projetos hidrelétricos que levam anos

³⁴ Uma espécie de mudança na direção do fluxo energético.

³⁵ A distribuidora é responsável pela aprovação do parecer técnico do projeto de instalação, e pela posterior conexão com a rede elétrica. Estes processos são garantidos por contratos pré estabelecidos no PRODIST, na RN nº 482, tanto citada neste trabalho.

para ficarem prontos (FV). Apesar da rapidez de instalação, ainda percebe-se uma falta de confiança de potenciais investidores nos equipamentos e nas instalações fotovoltaicas, o que é atribuído à percepção de incipiência da tecnologia (FV).

Por último, ainda na microescala de aspectos técnicos, também foi observada nas entrevistas em profundidade, uma preocupação com o credenciamento dos instaladores de geração distribuída fotovoltaica. Ainda há incertezas em relação ao tipo de profissional necessário para o ofício de instalação e conexão com a rede elétrica (FV).

8.1.2.3 Quanto aos aspectos econômicos que influenciam a geração distribuída fotovoltaica no Brasil

Quanto aos aspectos econômicos, vale destacar a rápida queda no preço dos equipamentos que tornaram os sistemas distribuídos fotovoltaicos não só economicamente viáveis, mas também uma opção plausível para contribuir com composição a matriz elétrica brasileira. Entretanto, um dos entrevistados expressou que não há motivos economicamente fortes o bastante que justifiquem a adoção de geração distribuída, sendo ainda algo muito dependente de políticas públicas e fomento e subsídio econômico (Gov).

Um problema também identificado nas entrevistas está, caso haja uma adoção massificada de geração distribuída, na manutenção destes sistemas de geração, que uma vez distribuídos, tendem a ser mais cara do que a manutenção programada de grandes usinas centralizadas (Gov).

É insuficiente a equalização dada pela RN nº 482 quanto às contrapartidas financeiras cedidas às distribuidoras perante todos os custos de transação e operacionais (Dist, Pesq). Assim, um eventual aumento significativo da geração distribuída pode fazer com que as distribuidoras de energia elétrica tenham problemas com a cobertura de seus fluxos de caixa (FV).

O equacionamento da distribuição dos custos de operação e transação, na forma de regras formais, será de fundamental importância para um ambiente institucional que garanta o avanço da geração distribuída de forma sólida no longo prazo. Este gargalo também pode, caso negligenciado, comprometer o futuro deste tipo de geração no Brasil.

Um aspecto macroestrutural, e que não havia surgido antes neste estudo, é o argumento que a geração distribuída pode aliviar os investimentos no setor elétrico por parte do Governo

Federal, historicamente responsável por grandes obras de geração e transmissão (FV e Pesq). Este argumento justificaria a viabilização de incentivos econômicos estatais como forma incentivar investimentos privados descentralizados de geração elétrica. A geração distribuída também dispensaria novos investimentos em transmissão, embora, conforme já exposto, acarrete em mais custos na distribuição.

A pulverização do fornecimento de energia elétrica implicaria em aumentos de custos de monitoramento e controle do sistema, de forma a minimizar os risco de flutuação ou mesmo insuficiência de fornecimento de energia. Muitos destes riscos são inerentes às flutuações naturais das fontes eólica e fotovoltaica, mas outros são de âmbito meramente econômico e contratual, como cumprimento dos compromissos com manutenção e atualização técnica dos equipamentos geradores. Estas questões contratuais também incrementam os custos de transação da geração fotovoltaica distribuída.

É relevante destacar também nesta seção o problema relacionado aos custos iniciais de investimento de um sistema distribuído fotovoltaico, que ainda são altos, considerando-se o custo de capital elevado que o Brasil historicamente apresentou³⁶, os *paybacks* têm variado entre seis e nove anos (FV).

8.1.3 Quanto à crise, agentes hábeis e novos ambientes institucionais

O discurso de um dos entrevistados (Gov) corrobora com três momentos de crise apontados nos modelos explicativos, assim como converge na indicação de alguns agentes hábeis envolvidos na construção de estabilidade institucional.

- Primeiro quanto relata uma crise de investimentos por parte do capital estrangeiro que fomentou a criação da Eletrobrás, identificada aqui como agente hábil, capaz de equacionar os problemas de investimentos do setor elétrico, principalmente a partir dos anos de 1960 (Figuras 12 e 13):
 - “(...) tanto que os canadenses (referindo-se da *Light*) foram embora e o governo teve que entrar e a Eletrobrás (que) foi criada para isso (para garantir os investimentos do setor elétrico), se não haveria um blackout completo.” (Gov).

³⁶ Considerando os riscos históricos envolvidos em novos negócios no país, que sempre operou com uma taxa de interesse considerada alta para o mercado internacional.

- Segundo, que houve a crise de oferta entre 2001 e 2002, com consequente alteração institucional, principalmente na questão dos regramentos formais, que resultaram na construção e operação de termelétricas (Figura 14);
 - “Aí vem uma crise que ninguém previa, que é uma crise hídrica em 2001 e 2002, as pessoas acordaram para o fato de que se precisa instalar térmicas (...)” (Gov).
- E, em terceiro, que hoje há um espaço maior para as renováveis devido aos problemas relacionados ao aquecimento global, identificados no modelo através do protocolo de Quioto (Figura 18):
 - “Agora como as térmicas estão enfrentando dificuldades devido ao aquecimento global, isso dá um espaço maior para as renováveis (...)” (Gov).

Assim como na pesquisa documental, nas entrevistas em profundidade também não foram identificadas crises fortes o bastante que justificassem uma quebra isomórfica na predominância hidrelétrica na matriz elétrica brasileira. Porém, as entrevistas corroboraram com a premissa de que a crise de oferta de energia elétrica entre 2001 e 2002 propiciou rapidamente um ambiente institucional receptivo às usinas térmicas centralizadas, principalmente movidas a gás natural (Figura 10 e 14).

8.2 Posicionamento do trabalho na literatura

Esta dissertação possui um referencial teórico relativamente recente e estruturado de forma heterodoxa, na medida que ambicionou incorporar elementos de correntes teóricas distintas, e por vezes contraditórias (Economia Institucional e Nova Sociologia Econômica), para explicar os processos de surgimento, consolidação, reprodução, crise e mudança institucional. *Path dependence* e isomorfismo foram fundamentos para caracterizar o surgimento, consolidação e reprodução das instituições, enquanto crise e agente hábil constituíram preditivos de mudança institucional. Logo, dada a pouco convencional construção do modelo teórico explicativo, há pouca produção acadêmica plenamente comparável com a abordagem deste estudo.

Ao se buscar por trabalhos que relacionassem os preditivos teóricos desta dissertação com seu respectivo objeto de estudo, não foram encontrados muitas produções. Alguns estudos, parcialmente relacionados à presente dissertação, confirmaram a importância de elementos chave para o desenvolvimento de um modelo analítico. Entretanto, fora difícil encontrar por

trabalhos que relacionassem análises institucionais, especialmente que levassem em conta simultaneamente os padrões de manutenção e mudança das instituições ao longo do tempo.

Após pesquisar nas bases científicas Scopus e Web of Knowledge, além do banco de teses da USP, por termos chave deste trabalho, como *path dependence*, isomorfismo e agente hábil, associados a monopólios naturais³⁷ regulados (transportes, telecomunicações, setor elétrico, saneamento, etc.), foram selecionados alguns estudos que esclarecem e contextualizam a presente dissertação quanto a sua contribuição.

Um dos trabalhos encontrados dedica-se exclusivamente ao conceito de *path dependence*, e uma das conclusões do autor aponta a importância de um modelo analítico que pudesse dar conta de explicar a manutenção e a mudança institucional, e que para tanto seria fundamental entender como se deu o desenvolvimento institucional do campo (CÉSARIS, 2009, p. 140).

Complementarmente, Araújo (2014, p. 112), ao investigar a evolução institucional no setor de energia, também alinha-se com as escolhas da presente dissertação quanto à abordagem histórica de *path dependence* como um marco teórico relevante para explicar a inércia presente no setor de energia elétrica, gerada por uma escolha primária, no início da trajetória histórica do setor. Esta escolha primária restringe as opções futuras com mecanismos que se autoalimentam, como escolhas tecnológicas que podem acarretar altos custos afundados³⁸ de investimentos, inibindo assim novos caminhos para o setor (ARAÚJO, 2014).

No campo da Sociologia Econômica, Ince, Vredenburg e Liu (2015) reafirmam a importância do isomorfismo institucional na manutenção dos modelos de negócio para o setor elétrico. Inderberg (2015) também constata que a regulação do setor de energias renováveis da Noruega passou por isomorfismo institucional coercitivo e mimético em relação aos países Europeus que dominavam a corrida pelas renováveis.

Por outro lado, Fligstein e McAdam (2012) são bastante claros ao afirmarem que há uma lacuna na literatura institucional de abordagens que dessem conta de explicar suas mudanças e rupturas. A presente dissertação procurou sustentar uma narrativa que descrevesse

³⁷ Um monopólio natural é “(...) monopólio que surge porque uma só empresa consegue ofertar um bem ou serviço a um mercado inteiro, a um custo menor do que ocorreria se existissem duas ou mais empresas no mercado.” (MANKIW, 2014, p. 284)

³⁸ Custos afundados referem-se aos custos de planejamento que não são facilmente recuperáveis diante de um cenário de fracasso no negócio.

o processo de desenvolvimento institucional, a fim de identificar seus padrões de reprodução e suas rupturas. Ao incorporar os conceitos de *path dependence*, isomorfismo e de crise associada a um agente hábil, o modelo analítico aqui proposto pôde ir além da identificação de marcos que determinaram o surgimento das instituições e que contribuíram para a manutenção do padrão hidrelétrico de geração, ele também contribuiu com uma explicação sobre a mudança e a emergência de novas instituições, como no caso repetidamente apresentado da RN nº 482 que foi uma resposta da ANEEL às pressões por fontes alternativas de geração de energia.

Ao preencher os modelos analíticos com os recortes históricos, de acordo com seus aspectos normativos, técnicos e econômicos, conforme apresentado nos resultados deste trabalho, pôde-se visualizar mais claramente a evolução institucional para cada aspecto ao longo de uma trajetória temporal. Este modelo analítico considera, portanto, as mudanças institucionais e o surgimento de novas instituições.

Outra contribuição resultante deste modelo analítico é a percepção de que as mudanças institucionais que levaram às reconfigurações normativas, técnicas ou econômicas estiveram sempre associadas à presença de uma crise associada a algum agente hábil. O agente hábil, segundo Fligstein e McAdam (2012), contribui para a harmonização dos significados e das interações entre os agentes e, em última instância, para a estabilização do campo em torno de um novo marco institucional. Ou seja, as mudanças incrementais ou disruptivas no setor elétrico brasileiro estiveram precedidas por crises, como demonstrado nas figuras representativas dos modelos de análise para o contexto técnico, econômico e normativo.

9 Conclusão

É bastante razoável após a discussão dos resultados da pesquisa, afirmar que os aspectos institucionais influenciaram e restringiram as opções pela escolha da fonte de geração elétrica, que se manteve majoritariamente hidráulica ao longo de toda a trajetória histórica do setor elétrico brasileiro. Os processos históricos de consolidação tecnológica, econômica e institucional da matriz elétrica brasileira se deram muito em função do potencial hidráulico disponível, que foi objeto de concessão do estado nos primeiros empreendimentos. Os modelos de investimento eram inicialmente privados e locais.

O modelo hidrelétrico aumentou em porte e escala com a construção de grandes usinas. O capital manteve-se majoritariamente privado, mas com forte aporte estrangeiro. Quando as empresas multinacionais não viram mais interesse em expandir a rede elétrica brasileira, coube

à ELETROBRÁS reestabelecer a ordem do campo, obtendo financiadores internacionais, como o Banco Mundial, para arcar com as expansões.

No aspecto técnico, o modelo hidrelétrico foi confrontado entre 2001 e 2002 com uma crise de oferta, devido ao período de secas que esvaziaram os reservatórios. Esta crise foi equacionada durante o governo de Fernando Henrique Cardoso e com a forte atuação da ANEEL. O arcabouço institucional foi então alterado para viabilizar usinas termelétricas de gás natural.

As pressões internacionais para a mitigação de emissão de gases de efeito estufa geraram mais uma crise para o setor elétrico, que passou a encontrar crescente resistência para expandir a geração elétrica com fontes provenientes de combustíveis fósseis. Simultaneamente, pressões socioambientais internas e externas também questionavam as expansões por meio de grandes usinas hidrelétricas.

Este cenário de contestação aos principais componentes da matriz elétrica nacional propicia uma oportunidade de estruturação de um padrão institucional receptivo a modelos que contornem os problemas socioambientais dos combustíveis fósseis e dos grandes projetos de usinas centralizadas. Neste sentido, este trabalho avaliou as possibilidades de expansão da geração distribuída fotovoltaica.

A geração distribuída tem potencial para aliviar a carga do Estado no investimento para ampliação da capacidade de geração de energia elétrica, colocando nas mãos dos consumidores privados a possibilidade de tornarem-se geradores e credores do sistema elétrico nacional. Este é um retorno aos primórdios da geração de energia elétrica no país, com uma recuperação de importância de micro, pequenos e médios geradores privados. A diferença é que os avanços tecnológicos na rede de transmissão e distribuição permitem que todos os geradores e consumidores operem interconectados.

Esta interconexão confere atratividade à implementação de fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a fotovoltaica. O empreendedor desses sistemas pode aportar excedentes à rede durante os picos de geração e consumir durante os períodos de baixa geração. A popularização de sistemas fotovoltaicos em telhados de consumidores confere às distribuidoras uma fonte de geração não prevista inicialmente nos contratos de concessão, mas ao mesmo tempo reduz o consumo de energia. Esta provável redução de receita impacta negativamente a lucratividade das empresas distribuidoras, que é agravada ainda mais pelos aumentos de custos de transação e operação dos sistemas distribuídos. O equacionamento destes

custos entre distribuidora e gerador distribuído não está suficientemente resolvido na Resolução Normativa nº 482 da ANEEL, o que pode resultar em uma crise ou colapso precoce neste setor. Entretanto há uma perspectiva de a Resolução seja revista até 2020.

Os resultados deste trabalho contribuem para o esforço de articular e operacionalizar teorias institucionais em um modelo que possa explicar, não apenas a consolidação e a manutenção dos padrões institucionais que restringem as escolhas dos agentes, mas também suas rupturas e os novos arranjos do campo.

O modelo teórico concebido neste estudo para se analisar a consolidação, a manutenção e as crises do padrão institucional do setor elétrico brasileiro poderia ser aplicado em outros setores semelhantes a esse, como monopólios naturais³⁹ (água e esgoto, transportes, dentre outros), contribuindo para refinar a compreensão a respeito da evolução das instituições nesses monopólios e oferecendo uma perspectiva plausível das possibilidades de quebras nos padrões normativos, técnicos e econômicos.

10 Bibliografia

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. Distributed generation: A definition. **Electric Power Systems Research**, v. 57, n. 3, p. 195–204, 2001.

ALVESSON, M.; KARREMAN, D. **Varieties of Discourse: On the Study of Organizations through Discourse Analysis** Human Relations, 2000.

ANAYA, K. L.; POLLITT, M. G. Integrating distributed generation : Regulation and trends in three leading countries. **Energy Policy**, v. 85, p. 475–486, 2015.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**. [s.l: s.n.].

ANEEL. **Resolução Normativa nº 687**. [s.l: s.n.].

³⁹ Um monopólio natural é “(...) monopólio que surge porque uma só empresa consegue ofertar um bem ou serviço a um mercado inteiro, a um custo menor do que ocorreria se existissem duas ou mais empresas no mercado.” (MANKIW, 2014, p. 284)

ANEEL. **Brasil ultrapassa 5 mil conexões de micro e minigeração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/brasil-ultrapassa-5-mil-conexoes-de-micro-e-minigeracao/656877?inheritRedirect=false&redirect=http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao%3Fp_p_id%3D101_INSTANC>. Acesso em: 23 out. 2016.

ARAÚJO, K. The emerging field of energy transitions: Progress, challenges, and opportunities. **Energy Research & Social Science**, v. 1, p. 112–121, 2014.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Histórico das taxas de juros**. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/Pec/Copom/Port/taxaSelic.asp>>. Acesso em: 23 out. 2016.

BEN. **Balanço Energético Nacional 2014**. Rio de Janeiro: [s.n.].

BENTLEY, R. W. Global oil and gas depletion: An overview. **Energy Policy**, v. 30, n. 3, p. 189–205, 2002.

BENTLEY, R. W.; MANNAN, S. A.; WHEELER, S. J. Assessing the date of the global oil peak: The need to use 2P reserves. **Energy Policy**, v. 35, n. 12, p. 6364–6382, 2007.

BOURDIEU, P. O campo econômico. **Política e sociedade**, v. 6, n. 6, p. 81–82, 2005.

CÉSARIS, L. E. U. DE. **Reconceitualizando o Institucionalismo Histórico: path dependence, agência e mudança institucional**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2009.

COELHO, S. T.; GOLDEMBERG, J. Energy access: Lessons learned in Brazil and perspectives for replication in other developing countries. **Energy Policy**, v. 61, p. 1088–1096, 2013.

CRESWELL, J. **Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 2^o ed. California: Thousand Oaks, 2003.

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological economics: principles and applications**. 2^a ed.

Washington: [s.n.]. v. 55

DAVID, P. A. Clio and the Economics of QWERTY. **American Economic Review**, v. 75, n. 2, p. 332–337, 1985.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The iron cage revisited: Isomorphism and collective rationality in organizational fields. **American Sociological Review**, v. 48, n. 2, p. 147–160, 1983.

EPE. Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira: Nota Técnica EPE. **Nota Técnica - EPE, Rio de Janeiro**, 2012.

EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013** **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. [s.l: s.n.].

EPE. **ENERGIA SOLAR**. Rio de Janeiro: [s.n.].

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the Pharaohs in Amazonia. **Environmental Management**, v. 13, n. 4, p. 401–423, 1989.

FEARNSIDE, P. M. Social Impacts of Brazil ' s Tucuruí Dam. **Environmental Management**, v. 24, n. 4, p. 483–495, 1999.

FEARNSIDE, P. M. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. **Environmental Management**, v. 38, n. 1, p. 16–27, 2006.

FEREDAY, J.; MUIR-COCHRANE, E. Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. **International Journal of Qualitative Methods**, p. 80–92, 2006.

FLIGSTEIN, N. Social Skill and the Theory of Fields. **Social Skill and the Theory of Fields**, v. 19, n. 2, p. 105–125, 2001.

FLIGSTEIN, N. Habilidade social e a teoria dos campos. **Revista de Administração de Empresas**, v. 47, n. 2, p. 61–80, 2007.

FLIGSTEIN, N.; MCADAM, D. **A Theory of Field**. New York: Oxford University Press, 2012.

GOETZBERGER, A.; HEBLING, C. Photovoltaic materials , past , present , future. v. 62, p. 1–19, 2000.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3^a ed. São Paulo: Edusp, 2012.

GOMES, J. P. P. **O CAMPO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL – DE 1880 A 2002**. [s.l.] Faculdade Getúlio Vargas, 2002.

GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, p. 295–321, 2009.

HERING, G. Cell Production Survey 2011. **Photon International**, v. v. 3, 2012.

IEA. **Key World Energy Statistics 2014**. Paris: [s.n.]. Disponível em:
<<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2014.pdf>>.

IEA. **Key World Energy Statistics 2015**. Paris: [s.n.].

INCE, D.; VREDENBURG, H.; LIU, X. Drivers and inhibitors of renewable energy: A qualitative and quantitative study of the Caribbean. **Energy Policy**, v. 98, p. 700–712, 2015.

INDERBERG, T. H. Advanced metering policy development and influence structures: The case of Norway. **Energy Policy**, v. 81, p. 98–105, 2015.

JUNIOR, H. Q. P. et al. Economia da Indústria Elétrica. In: **Economia da Energia**. 4^a tiragem ed. São Paulo: Campus Elsevier, 2007. p. 343.

KRISTIN SEYBOTH, F. S. J. L. S. **RENEWABLES 2016 GLOBAL STATUS REPORT - Full Report**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ren21.net/resources/publications/>>.

LEITE, A. D. **A Energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Lexicon, 2014.

LOVINS, A. B. **Reinventando o fogo: Soluções ousadas de negócios na nova era da energia**. 1º ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2013.

Luz para Todos. Disponível em: <<https://www.mme.gov.br/luzparatodos/asp/>>. Acesso em: 8 dez. 2015.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. Tradução d ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. Disponível em: <<http://www.memoriadaeletricidade.com.br/default.asp>>. Acesso em: 15 dez. 2015.

MÉNARD, C.; SHIRLEY, M. M. **Handbook of New Institutional Economics**. 1ª ed. Dordrecht: Springer, 2005. v. 1

MITSCHER, M.; RÜTHER, R. Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic systems in Brazil. **Energy Policy**, v. 49, p. 688–694, 2012.

MME. **Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/en/web/guest/pagina-inicial/outras-noticas/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/programa-de-geracao-distribuida-preve-movimentar-r-100-bi-em-investimentos-ate-2030>. Acesso em: 15 dez. 2015.

NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. 1ª ed. Washington: Cambridge University Press, 1990.

NORTH, D. Institutions and the Performance of Economies over time. In: **Handbook of New Institutional Economics**. [s.l.] Springer, 2005. p. 22–31.

OKOLI, C.; SCHABRAM, K. Working Papers on Information Systems A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. **Working Papers on Information Systems**, v. 10, n. 2010, p. 10–26, 2010.

OSTROM, E. Doing Institutional Analysis: Digging Deeper than Markets and Hierarchies. In: **Handbook of New Institutional Economics**. 1º ed. [s.l.] Springer, 2005. p. 819–848.

PEPERMANS, G. et al. Distributed generation: Definition, benefits and issues. **Energy Policy**, v. 33, n. 6, p. 787–798, 2005.

POZZEBON, M.; PETRINI, M. Critérios para Condução e Avaliação de Pesquisas Qualitativas de Natureza Crítico-Interpretativa. **Pesquisa Qualitativa em Administração: fundamentos, métodos e usos no Brasil.**, p. 51–72, 2013.

ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE. **Nevada, Previously a Solar Leader, Shuttles its Residential Rooftop Market**. Disponível em:
<http://blog.rmi.org/blog_2016_01_15_nevada_shuttles_its_residential_rooftop_market>.
Acesso em: 1 jun. 2016.

SCOTLAND, J. Exploring the Philosophical Underpinnings of Research : Relating Ontology and Epistemology to the Methodology and Methods of the Scientific , Interpretive , and Critical Research Paradigms. **English Language Teaching**, v. 5, n. 9, p. 9–16, 2012.

SECRETARIA DE ENERGIA. **ENERGIA SOLAR PAULISTA - Levantamento do Potencial**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <www.energia.sp.gov.br>.

SORRELL, S. et al. Global oil depletion: A review of the evidence. **Energy Policy**, v. 38, n. 9, p. 5290–5295, 2010.

THE GUARDIAN. **Nevada solar industry collapses after state lets power company raise fees | Environment | The Guardian**. Disponível em:

<<https://www.theguardian.com/environment/2016/jan/13/solar-panel-energy-power-company-nevada>>. Acesso em: 7 nov. 2016.

WILLIAMSON, O. E. **The Economics Institutions of Capitalism**. 1^o ed. New York: The Free Press, 1985.

WILLIAMSON, O. E. Transaction Cost Economics : An Introduction. **Economics discussion papers**, v. 3, p. 33, 2007.

WOLFE, P. The implications of an increasingly decentralised energy system. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, p. 4509–4513, 2008.

ZILLES, R. et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. 1^a ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

11 Anexos

11.1 Anexo 1 – Roteiro de pesquisa qualitativa

ROTEIRO DE PESQUISA QUALITATIVA – ENTREVISTA EM PROFUNDIDADE COM ESPECIALISTAS DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.

Para aumentar a compreensão acerca da formação histórica da matriz elétrica brasileira, e com o intuito de encontrar os principais entraves para a utilização plena da fonte fotovoltaica como complemento à rede elétrica brasileira, peço que o Senhor (a) responda, com a sua opinião e de maneira livre e abrangente, as questões propostas abaixo.

- 1. Na opinião do senhor (a), porque o Brasil optou pela geração centralizada hidrelétrica como principal fonte desde os primórdios do setor elétrico?**
- 2. Quais são os aspectos normativos, técnicos e econômicos, que influenciam positiva ou negativamente a consolidação da geração distribuída no Brasil?**
- 3. Na opinião do senhor (a) o que deve acontecer com fonte fotovoltaica de geração distribuída no Brasil no curto (até 2020) médio (até 2030) e longo prazo (até 2050)?**

- 4. A geração distribuída é mais ou menos interessante para a distribuidora de energia elétrica (para concessionárias que comercializam energia elétrica no mercado cativo)?**

11.2 Anexo 2 - História da Energia Elétrica no Brasil

A CEMIG, a ABCE, a Light e a Eletrobrás fundaram e mantêm o Centro da Memória da Eletricidade no Brasil. A organização foi fundada em 1986 com o intuito de preservar a história da indústria brasileira de eletricidade. A organização possui um site onde disponibiliza uma linha do tempo que conta desde o pioneirismo histórico dos principais empreendimentos de geração de eletricidade, até seus principais usos industriais e públicos e, particulares e residenciais.

Acerca da história, este trabalho percorrerá os avanços institucionais, com foco na identificação das principais mudanças significativas no setor de energia elétrica. Para tal será utilizado, em boa parte do capítulo, o bom trabalho encontrado no site do Centro da Memória da Eletricidade como base de identificação de tais mudanças.

Ao identificar essas mudanças serão destacados os aspectos culturais, econômicos e tecnológicos que as permearam naquele momento específico da linha do tempo. Espera-se que tais aspectos tenham exercido influência nas organizações do setor de energia elétrica brasileiro, e possam assim explicar sua dependência da matriz hidráulica.

Para identificar essa capacidade inerte das organizações, no caso particular: à dependência de hidrelétrica como fonte de geração de energia elétrica nacional, serão confrontados à luz dos conceitos de path dependence e de isomorfismo.

A história da energia elétrica, no Brasil, pode ser dividida, de acordo com o Centro da Memória da Eletricidade, em seis períodos:

- De 1879 a 1896 – Período de experiências e empreendimentos pioneiros.
- De 1898 a 1929 – Período de capital estrangeiro e grupos privados nacionais.
- De 1931-1945 – Período de regulamentação e aumento da capacidade instalada.
- De 1948-1963 – Período de políticas de governo e empresas públicas.
- De 1964 a 1990 – Período de consolidação e crise do modelo estatal.
- De 1992 a 2009 – Período de privatização e reformas.

Os períodos serão estudados a fim de apontar seus aspectos institucionais e os respectivos alguns comportamentos associados aos seus agentes.

Desde já é importante salientar para a forte dependência encontrada desde os primórdios da eletricidade no Brasil, como já citado, em relação à fonte hidráulica. Tal matriz sempre aparece como a primeira opção entre as concessionárias e governos envolvidos no setor de energia elétrica para aumentar a oferta energética nacional.

11.2.1 1879 a 1896 – Período de experiências e empreendimentos pioneiros

A energia elétrica é introduzida no Brasil graças ao imperador Dom Pedro II. Em 1879, utilizando as tecnologias de Thomas Edison (um locomóvel com sete CV), o imperador ordenou que a então Estrada de Ferro D. Pedro II fosse iluminada com seis lâmpadas (posteriormente, com a proclamação da república, a estação passa a ser denominada Central do Brasil) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1883 entra em operação a primeira hidrelétrica brasileira, no Ribeirão do Inferno, um afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina (MG). Utilizava-se de uma queda d’água de cinco metros e distribuía a energia elétrica obtida para uma distância de dois quilômetros. Já em 1887, foi inaugurada a termelétrica Velha Porto Alegre, tornando a capital gaúcha a primeira cidade brasileira com iluminação pública proveniente de energia elétrica, começou operando com um dínamo de 160 kW, foi desativada em 1949, sendo que na década de 30 possuía 18.630 kW de potência instalada. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Marmelos Zero, hidrelétrica que começou sua operação em 1889, a pedido de Bernardo Mascarenhas, para suprir suas indústrias têxteis e para iluminação pública, possuía dois grupos de geradores de 125 kW cada, sendo ampliada em 1892 com mais um grupo de gerador de 125 kW. Fora desativada em 1896 para dar lugar a Marmelos I e II, aproveitando melhor o potencial do rio Paraibuna, na altura da cidade de Juiz de Fora (MG) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em São Paulo, a usina hidrelétrica de Monjolinho, no ribeirão Monjolinho, em São Carlos, foi inaugurada em 1893. Possuía dois geradores de 50 kW cada, pertencente à Companhia Elétrica de São Carlos acabou incorporada à Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). No Rio de Janeiro, deu-se início a hidrelétrica Itamarati em 1896. Instalada em Petrópolis possuía 648 kW de potência instalada e pertencia ao Banco Construtor do Brasil, tinha como função a iluminação da cidade de Petrópolis. No mesmo ano em Manaus (AM) a

termelétrica Plano Inclinado chegou a contar com 136 kW de potência instalada e fora desativada em 1910, e em Belém (PA) a termelétrica Belém I, com 3.200 HP (aproximadamente 2.300 kW), com uso para iluminação particular e pública. Antes de ser desativada em 1956, Belém I passou da Pará Electric & Lighting Company para a Prefeitura de Belém em parceria com a Empresa Força e Luz do Pará (Forluz) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Pode-se constatar que os empreendimentos iniciais de geração de energia elétrica foram pontuais, no máximo a dois quilômetros de distância das unidades de consumo, e para suprir iluminação pública e industrialização. O capital utilizado durante este primeiro período de geração de energia elétrica no Brasil foi majoritariamente privado (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

11.2.2 1897 a 1929 – Período de capital estrangeiro e grupos privados nacionais

Em São Paulo, em 1899, surge a primeira grande empresa de energia elétrica do país, a *São Paulo Tramway, Light & Power Company Ltd* (mudou para *São Paulo Railway, Light & Company Ltd.* no mesmo ano), com sede em Toronto, na província de Ontário no Canadá. A empresa contava com capital tanto canadense como norte americano. Detinha o monopólio do transporte via bondes elétricos, com fornecimento proveniente de uma usina a vapor de 550 kW, inaugurada em 1900. A companhia incorporou inúmeras empresas privadas de âmbitos municipais. Posteriormente, em 1912, passou a ser da *Brazilian Traction, Light & Power Company Ltd.*, uma *holding* do grupo *Light* no Brasil (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O grupo *Light* coloca em operação a usina hidrelétrica de Santana do Parnaíba (SP), com queda de mais de 15 metros de altura e capacidade instalada de 2.000 kW. Fora desativada em 1952 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1903 o Congresso Nacional aprova o primeiro texto de lei que regulamentava o uso de energia elétrica no país (Lei nº 1.145, de 31 de dezembro de 1903, artigo 23). O Governo Federal passava a ser responsável pelo potencial da força hidráulica disponível para transformação em energia elétrica, por meio administrativo ou por via de concessões, tal regulamentação foi oficializada pelo Decreto nº 5.407 de 27 de dezembro de 1904 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Tal fato demonstra que, num primeiro momento, o Brasil optara por uma legislação mais próxima a dos Estados Unidos, com empresas privadas e regulação pública. Entretanto, o país

não utilizou de *public commissions* como os norte americanos, centralizando as decisões no Governo Federal.

Em 1905 entra em vigor a cláusula-ouro, que garantia o pagamento de preços estabelecidos de acordo com as variações cambiais, sendo muito relevante para garantir lucro das empresas em caso de instabilidade ou crise cambial, entretanto tal cláusula apenas era aplicada para empresas estrangeiras, não sendo válida para as empresas nacionais do setor de energia elétrica (GOMES; VIEIRA, 2009).

Em 1908, com iniciativa de uma companhia dos empresários Cândido Gafrée e Eduardo Guinle, construiu-se a Hidrelétrica Piabanha, com 9.000 kW de potencia instalada, situada no município de Três Rios (RJ) era uma das maiores usinas do país e responsável por boa parte do fornecimento do estado. Os empresários, através da Guinle & Companhia tornaram-se acionistas majoritários da Companhia Brasileira de Energia Elétrica (CBEE). Em 1927, a Guinle & Companhia passou a CBEE para a *American & Foreign Power Company* (Amforp) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1908 entre em operação, na cidade de Piraí (RJ), a usina hidrelétrica Fontes Velha da Rio de Janeiro *Tramway, Light & Power Company*, a então maior do Brasil e uma das maiores do mundo com 12.000 kW de potencia inicial instalada, com seu uso destinado a iluminação pública, residencial e para os bondes elétricos da cidade do Rio de Janeiro. Em 1913, com o aumento da barragem, aumento sua capacidade instalada pra 49.000 kW, e em regime de sobrecarga chegou a operar a produzir 64.000 kW/h. Foi desativada em 1989 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1910, também com sede em Toronto e capital canadense e norte americano, estabelece-se a *Rio de Janeiro Tramway Light & Power Company*, atuando nos serviços de transporte, iluminação e telefonia na cidade do Rio de Janeiro. Como em São Paulo acabou por incorporar pequenas empresas privadas dos ramos em níveis municipais, e também a *Rio de Janeiro Gaz Company*, empresa fornecedora de gás e iluminação a então capital brasileira. Também, em 1912, passou seu controle uma empresa holding do grupo *Light* no Brasil (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1908, um grupo de empresários mineiros e criaram a Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina (CFLCL) que inaugurou a usina hidrelétrica Maurício, com 800 kW de potencia instalada no município de Leopoldina (MG). A empresa acabou por incorporar pequenas empresas do setor no estado de Minas Gerais e também na Paraíba. (“MEMÓRIA

DA ELETRICIDADE”). Repetindo o caso dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, houve uma monopolização do setor. A diferença aqui, é que o capital era de empresários brasileiros, não sofrendo tanta influência externa.

Em 1912 o grupo *Light* unifica suas operações na Brasil criando em *Toronto a Brazilian Traction, Light & Power Company Ltd*, iniciando um processo de monopolização das operações de energia elétrica no eixo Rio-São Paulo (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1912 é criada a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), através de empresários que aglomeram uma série de concessionárias que atendiam o interior do estado de São Paulo. Em 1927 a CPFL passa a pertencer ao grupo Amforp (*American & Foreign Power Company*), que também absorve outra série de empresas até 1950. A empresa passou a ser controlada pelo Governo Federal em 1964. Já em 1975 passou para as Centrais Elétricas São Paulo S.A. (Cesp) sendo em 1997, privatizada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Com as maiores comportas de concreto do mundo para a época, e com 22 MW de potencia instalada, entra em operação em 1924 a usina hidrelétrica do Pombos no rio Paraíba do Sul em Carmo (RJ). A obra, iniciada em 1922, era de responsabilidade da *Brazilian Hydro Electric Company Lrtd*, empresa canadense incorporada no mesmo ano à *Light*. Sua geração duplicou a oferta energética da Light no estado (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em Cubatão (SP) a *Light* (*São Paulo Light & Power Company*) inaugura em 1926 as operações da usina hidrelétrica Cubatão (atual usina hidrelétrica Henry Borden Externa). A obra, pioneira para o Brasil, contava com barragens e reservatórios que represavam as águas dos rios Grande e das Pedras, e forçando a água em tubulações em queda de mais de 700 metros possuía capacidade instalada inicial de 28 MW, superando a crise de oferta energética da época (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1927 A Amforp (*American & Foreign Power Company*), empresa americana do grupo GE (General Electric) iniciou suas atividades no país através da criação da Empresas Elétricas Brasileiras S.A. (EEB). Passou a incorporar muitas concessionárias nacionais em diversos estados brasileiros tornando-se o segundo maior grupo atuante do setor de energia elétrica no país. Com a *Light* chegou a ocupar cerca de 80% do mercado brasileiro de distribuição de energia elétrica. A Amforp foi adquirida pelo Governo Federal em 1964, e a Caeab passou em 1968 a ser subsidiada a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1929 a Amforp cria a Companhia Energia Elétrica da Bahia (CEEB) responsável pela distribuição de energia elétrica do estado, incluindo a capital Salvador. Automaticamente integrou-se ao Governo Federal em 1964 com a compra da Amforp e passou para a Eletrobrás e posteriormente, em 1973 para a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (Coelba) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A tabela 05 mostra a capacidade ou potencia instalada em MW de todo o Brasil ao longo do período histórico percorrido até aqui com destaque para o potencial de geração acumulado total ao final de 1930.

Tabela 05 – Capacidade instalada brasileira (1890-1930)

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1890	1,26	
1895	5,83	362,70%
1900	10,37	77,87%
1905	44,93	333,27%
1910	157,40	250,32%
1915	309,79	96,82%
1920	367,01	18,47%
1925	507,48	38,27%
1930	778,80	53,46%

Fonte: tabela desenvolvida pelo autor com dados de (LIMA, 1983, p.12 apud GOMES, 2002).

11.2.3 1930 a 1945 – Período de regulamentação

O Brasil apresenta a primeira definição do poder do governo no setor de energia elétrica com o Decreto nº 20.395, de 15 de setembro de 1931, determinando “(...) a suspensão de todos os atos de alienação, oneração, promessa ou início de transferência de cursos perenes ou quedas d’água” (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1933 cria-se o Instituto Geológico e Mineralógico do Ministério da Agricultura e sua divisão de Águas, com o objetivo de estudar o potencial hidráulico brasileiro, a divisão é incorporada no mesmo ano à Diretoria Geral de Produção Mineral (DGPM) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

No mesmo ano de 1933 extingue-se a cláusula-ouro, que reajustava as tarifas de energia elétrica automaticamente de acordo com o câmbio para empresas estrangeiras (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

É promulgado o Código de Águas, através de Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, definindo o regime de concessões, atribuindo o poder de autorizar ou conceder à união, possibilitando “(...) **ao poder público a possibilidade de controlar rigorosamente as concessionárias de energia elétrica**”. O governo era informado dos pedidos através do Serviço de Águas do Ministério da Agricultura (antiga divisão de Águas do DGPM) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O decreto nº 982, de 23 de dezembro de 1938 determinou que a Divisão de Águas passasse a ser órgão técnico e denominar-se Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (Cnaee), com a atribuição de **regulamentar e fiscalizar as empresas de energia elétrica do Brasil**, sendo substituída em 1965 pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) já respondendo ao Ministério de Minas e Energia (MME) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Criação do Conselho Nacional de Águas e Energia (Cnae) sob Lei nº 1.285, de 18 de maio de 1939 e posteriormente transformado em Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (Cnaee) respondendo diretamente à Presidência da República assuntos relativos à política energética. Também passou a ser o órgão responsável pela execução do Código das águas, com finalidade de regular os contratos e as interconexões dos sistemas elétricos e da elaboração de planos de aproveitamento de fontes de energia. Suas atribuições passaram ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) em 1965.

Regulamenta-se, por meio de Decreto-Lei nº 2.281, de 5 de junho de 1940, as usinas termelétricas brasileiras junto às suas disposições do Código de Águas.

Em 1940 o grupo *Light* inaugura a usina hidrelétrica Fontes Novas (ampliando a Fontes Velhas, em Piraí (RJ), no reservatório de Lajes) através da *Tramways Light & Power Company Ltd.*. Possuía uma unidade geradora com 48 MW de potência instalada, que somadas a outras duas (em 1942 e 1947) totalizou 144 MW. A *Light* também começou a construção, em 1946, da hidrelétrica Cubatão II, em São Paulo, entrando em operação em 1956 com quase 280 MW de potência instalada, suprimindo assim o aumento de demanda do estado. Também em 1946 a *Light* iniciou a construção da hidrelétrica Nilo Peçanha I no Rio de Janeiro que entrou em

operação em 1953. O grupo Light ainda investiu na hidrelétrica Ilha dos Pombos no rio Paraíba do Sul, também no Rio de Janeiro e, em 1949 chegou a quase 51 MW de potencia instalada.

Já em 1941 é fundada a Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras (Caeab), com a finalidade de coordenar as empresas do grupo Amforp (no lugar da EEB). Mesmo após a compra da Amforp por parte do governo federal em 1964, manteve-se administrando suas holdings até 1968 até ser incorporada por concessionárias estaduais. Foi extinta depois de fazer parte do Ministério de Minas e Energia através de Medida Provisória nº 151, de março de 1990.

O Ministério da Agricultura, através de Decreto nº 8.031, de 3 de outubro de 1947, cria a **primeira empresa de eletricidade pública subordinada a união**: a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (**Chesf**), para fomentar o fornecimento de energia elétrica nos estados nordestinos do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Foi incorporada ao Ministério de Minas e Energia em 1960, passando em 1961 ao controle da Eletrobrás. A Chesf foi responsável pela construção e manutenção das hidrelétricas do rio São Francisco: Paulo Afonso, Paulo Afonso I, Paulo Afonso II, Paulo Afonso III e Paulo Afonso IV (construídas em 1948, 1954, 1961, 1971 1979 respectivamente). Também foi responsável pelas obras das hidrelétricas de Apolônio Sales (1977), Sobradinho (1979), Itaparica (1988) e Xingó (1994). A empresa também atuou nos mercados de distribuição a partir de 1960 com a subsidiária, a Companhia de Eletricidade do Cariri (Celca), e também atuou no setor de transmissão a partir da década de 1990. A partir de 2002 a empresa foi importante pivô na ampliação do sistema de transmissão do Nordeste Brasileiro atuando decisivamente em leilões de transmissão desde 2003.

A tabela 06 apresenta a capacidade instalada total brasileira ao longo de período 1930 a 1945.

Tabela 06 – Capacidade instalada brasileira (1930-1945)

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1930	779	
1931	799	2,57%
1935	850	6,38%
1940	1.244	46,35%
1945	1.342	7,88%

Fonte: Produção do autor com dados obtidos em (Centro da Memória da Eletricidade no Brasil (1995a, p.34) apud GOMES, 2002).

11.2.4 1946 a 1963 – Período de políticas de governo e empresas públicas

O BNDE (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico) é criado em 1951, para aportar o capital proveniente entre uma aliança entre o governo brasileiro e norte americano através do Bird (Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento), no sentido de desenvolver infraestrutura básica de transportes e energia (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1951 o Ministério da Fazenda apresenta o Plano Quinquenal, direcionando investimentos para o setor brasileiro de energia, proveniente de capital estrangeiro como montadoras. A responsabilidade pelos investimentos, no setor, ficou sucumbida aos Estados brasileiros (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Cemig (Centrais Elétricas de Minas Gerais S. A.) é criada em 22 de maio com base na Lei Estadual nº 828, de 14 de dezembro de 1951. Acabou por incorporar uma série de empresas de geração, transmissão e distribuição do estado de Minas Gerais, até ceder 32,95% de seu capital, em 2004, para a Southern Electric, e desmembrou tais operações entre Cemig Distribuição S.A. e Cemig Geração e Transmissão (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Institui-se o Fundo Federal de Eletrificação (FFE) e o Imposto único sobre Energia Elétrica (IUEE) pela Lei nº 2.308, de 31 de agosto de 1954. Primeiro tributo de alcance nacional para suprir investimentos no setor de energia elétrica, definindo que 60% dos recursos arrecadados com o novo imposto pela União seriam repassados aos estados e municípios para que esses investissem em infraestrutura do setor de energia elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1954, o estado do Rio de Janeiro constitui a Empresa Fluminense de Energia Elétrica (EFE) com o objetivo de executar o programa de eletrificação do Norte Fluminense. Acabou incorporada pelas Centrais Elétricas Fluminenses S.A. (Celf) em 1967 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

No mesmo ano, com investimentos da Light, a cidade de São Paulo recebe a primeira termelétrica de grande porte com 200 MW de potencia instalada. Passou em 1981 ao controle da Eletricidade de São Paulo S.A. (Eletropaulo), sendo em 1997 passada para à Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (Emae), resultante da separação da Eletropaulo (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Apresenta-se sob a forma de projeto de lei, em 1954, a Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.) e o Plano Nacional de Eletrificação que serviu como base para recomendações futuras como unificação de frequências e padronização de tensão de transmissão e distribuição. Entre as recomendações do plano estava a profunda reestruturação do setor com maior participação do Estado. A Eletrobrás só virá a ser criada em 1961, tendo iniciado suas atividades no ano seguinte (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Santa Catarina cria sua empresa estatal a Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. (Celesc), pelo Decreto Estadual nº 22, de 9 de agosto de 1955. Embora tivesse apenas o objetivo de captar e canalizar recursos para empresas do setor elétrico do estado, acabou incorporando inúmeras empresas em nível municipal (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Goiás, pela Lei Estadual nº 1087, de 19 de agosto de 1955 cria a Centrais Elétricas de Goiás S.A. (Celg), se torna uma empresa pública estadual de expressão no setor elétrico (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Através do Decreto Lei nº 41.066, de 28 de fevereiro de 1957, cria-se a Central Elétrica de Furnas (posteriormente Furnas Centrais Elétricas S.A.), com constituição de capital público e privado, passou ao controle da Eletrobrás em 1962, e foi responsável pelo projeto de transmissão de Itaipu (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Juscelino Kubitschek, então presidente do Brasil, cria através da Lei nº 3.782, de 22 de julho de 1960 o Ministério de Minas e Energia (MME). O órgão passava a ser responsável por todos os assuntos relacionados a produção mineral e energética brasileira. Incorporou boa parte dos órgãos públicos federais associados ao setor de energia elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Entre 1956 e 1962 surgem empresas públicas geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, autorizadas por decretos federais e estaduais, dentro dos estados de diversas regiões brasileiras como Amapá, Pará, Maranhão, Piauí, Pernambuco Alagoas, Sergipe, Bahia, Mato Grosso, Espírito Santo e Santa Catarina, (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”), enquanto isso em São Paulo pode-se observar a criação de instituições de regulação de um capital privado e empreitadas de capital misto.

Ainda, em 1960, a União cria a Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba (Chevap), a terceira empresa criada em âmbito federal para gerar energia elétrica hidráulica, através de aproveitamento do rio Paraíba do Sul em Resende (RJ), (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A tendência observada do Governo Federal em aumentar seu controle e participação no setor de energia elétrica teve um marco institucional muito relevante: em 11 de junho de 1962, com o presidente João Goulart no poder, cria-se a Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.). A nova empresa pública, de nível federal, atribuíu-se a coordenação técnica, financeira e administrativa de todo o setor de energia elétrica brasileiro. A Eletrobrás adquiriu, em 1964 a Amforp, aumentando o a participação do capital brasileiro no setor (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1962, começa a operação, a pedido da Cemig, em Minas Gerais, da usina hidrelétrica Três Marias (com nome oficial hidrelétrica Bernardo Mascarenhas), com quase 130 MW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O ano de 1963 recebeu a maior hidrelétrica do Brasil na época: a usina hidrelétrica de Furnas, entre os municípios de Alpinópolis (MG) e São João Batista do Glória (MG), com controle de Furnas – Centrais Elétricas S.A., e com 152 MW de potencia instalada. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A tabela 07 mostra a evolução da capacidade instalada brasileira durante o período aqui abordado

Tabela 07 – Capacidade instalada brasileira (1945-1962)

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1945	1.342	
1946	1.415	5,44%
1950	1.883	33,07%
1955	3.148	67,18%
1960	4.800	52,48%
1962	5.729	19,35%

Fonte: Produção do autor com dados obtidos em (Boletim Anual do Comitê do Conselho Mundial de Energia (1980 p.40) apud GOMES, 2002).

11.2.5 1964 a 1990 – Período de consolidação e crise do modelo estatal

O presente período de 1964 a 1990 será dividido em dois. Primeiro será abordada a consolidação do modelo estatal, que compreende os anos entre 1964 e 1979, sendo posteriormente abordado o segundo período: de 1980 a 1990, que já sinalizará ao final dos anos 80 a crise do modelo estatal (muito embora Itaipu e Tucuruí tenham sido inauguradas em 1986).

Ambos os períodos serão contemplados de uma breve análise, conforme já apresentada nos períodos anteriores.

11.2.5.1 1964 a 1979 – Período de consolidação do modelo estatal

Em 1964 a Eletrobrás adquire dez subsidiárias da Amforp administradas pela Caeed (Companhia Auxiliar de Empresas Elétricas Brasileiras). As empresas da Amforp no Brasil foram incorporadas à Eletrobrás entre 1965 e 1968, quando passaram, majoritariamente, a concessões públicas estatais (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Cria-se em 1965 da Dnae (Departamento Nacional de Águas e Energia), órgão, que junto ao MME a Eletrobrás, tornar-se-á responsável pela estrutura de planejamento do setor de energia elétrica até o final da década de 1960 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Lei nº 4.454, de novembro de 1964, estabelece-se 60 Hz como o padrão de frequência para facilitar a integração dos sistemas de transmissão da rede elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto-Lei nº 60.824, de 7 de junho de 1967, atribui ao MME a competência para elaborar, dirigir, coordenar e controlar os programas relacionados ao setor de energia elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1967 é vinculada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) ao MME, com o objetivo de orientar a política atômica nacional, sendo limitada ao longo do tempo a questões normativas e de fiscalização (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Light, no mesmo ano de 1967, unifica suas empresas de energia elétrica no Brasil. Em 1979 vem a ser adquirida por uma subsidiária da Eletrobrás (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1968 entra em operação a termelétrica Santa Cruz na cidade do Rio de Janeiro, a maior da época na Brasil, possuía 164 MW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O decreto nº 5.523, de 23 de abril de 1969, constitui as Centrais Elétricas do Sul do Brasil S.A. (Eletrosul), subsidiária da Eletrobrás. Acabou tornando-se em 2004 Eletrosul Centrais Elétrica S.A. (Eletrosul) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Cria-se em 1969, por Decreto nº 65.237, de 26 de setembro, o Comitê Coordenador de Estudos Energéticos da Região Nordeste (Enenorde). Encerrada em 1973, estima-se que a organização tenha sido responsável por 8.100 MW de potência na região (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

São iniciadas as atividades de geração da hidrelétrica Funil, em Itatiaia (RJ), em 1969, com capacidade instalada de 216 MW. Sua barragem é de porte em arco de dupla curvatura, a única do país. Hoje sua operação está sob o comando de Furnas (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

No mesmo ano de 1969 o MME cria o Comitê Coordenador de Operação Interligada (CCOI), para diminuir os problemas operacionais e melhorar a interação do setor elétrico brasileiro, cabendo à Eletrobrás a orientação técnica do comitê (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1970, EM Antonina (PR), entra em operação a hidrelétrica Governador Pedro Viriato Parigot de Souza (Capivari-Cachoeira), com quase 250 MW de potência instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 20 de junho de 1973, constitui-se a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), subsidiada à Eletrobrás (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1973 entra em operação entre os municípios de Pereira Barreto (SP) e Selvíria (MS), a hidrelétrica Ilha Solteira, da Cesp (Centrais Elétricas de São Paulo S.A.), empresa de capital misto com investimento no setor elétrico do estado de São Paulo. A hidrelétrica possuía 20 unidades geradoras com 3.444 MW de potência instalada, tornando-se a maior hidrelétrica de São Paulo e a terceira maior do país (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Governo Federal, preocupado com o grande volume de energia elétrica que seria produzido pela hidrelétrica Itaipu, adota medidas junto à Eletrobrás e suas subsidiárias para interligar os sistemas, dando origem, em 1973, ao Grupo Coordenador para Operação Interligada (GCOI), substituindo o então Comitê Coordenador de Operação Interligada (CCOI). Em maio de 1999 o GCOI foi substituído pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1974 o Brasil, após um longo processo de negociação, em parceria com o Paraguai, instala a empresa Itaipu Binacional, com foco na construção de da hidrelétrica de Itaipu

(“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). A inauguração de Itaipu, e sua consequente geração de eletricidade, apenas acontecerá em 1984.

Através, da Lei nº 6.189, de 16 de dezembro de 1974, a Empresas Nucleares Brasileiras S.A. (Nuclebrás), de economia mista, subordinada ao MME, com monopólio do setor de produção de energia nuclear, com subsidiárias atuando desde a extração e enriquecimento de urânio, até a produção de equipamentos necessários para tais operações (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Eletrobrás, no mesmo ano de 1974, elabora o Plano 90, para expansão da rede elétrica no Sul e Sudeste brasileiro. Também considerava algumas usinas na Região Norte e Nordeste, além de três nucleares em Angra dos Reis (RJ) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1974, é criada a Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica), uma sociedade civil sem fins lucrativos atuante na disseminação tecnológica do setor de energia elétrica brasileiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto-Lei nº 1.373, de 10 de dezembro de 1974, equaliza a tarifa em todo o território nacional, com mecanismos de transferência de recursos, mesmo entre empresas com melhor desempenho econômico para as de pior desempenho (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1975, o MME cria comitês nas Regiões Norte e Nordeste para estender o trabalho do GCOI (Grupos Coordenadores para Operação Interligada), que possuía limites de operação na Região Sudeste. Isso tem como objetivo o aumentar o processo de interligação do sistema elétrico brasileiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Furnas coloca em operação, em 1975, outra hidrelétrica: a usina Marimbondo, entre Icém (SP e Fronteiras (MG). Ao final de 1977 contava com mais de 180 MW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1979, entra em operação a usina hidrelétrica Sobradinho, entre Juazeiro (BA) e Casa Nova (BA), com o maior reservatório do país para a época, com 34 bilhões de metros cúbicos de água. Construída no rio São Francisco desde 1972 com supervisão da Chef. Em 1982 possuía 1.050 MW de potencia instalada. Sua construção impactou no assentamento de 64 mil pessoas e na construção de quatro cidades (Casa Nova, Remanso, Sento Sé e Pilão Arcado) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1979, a Eletrobrás divulga o Plano 95, com foco até 1985 em projeto menores para o meio rural, de 1986 a 1990 a meta era melhorar e expandir o sistema integrado e de 1991 a 1995 manter a expansão do sistema integrado com usinas de médio porte (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1979 ainda, duas ações são tomadas para melhor interligação do sistema, primeiro cria-se o Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação de Operação (Sinsc), um sistema computadorizado para interligar a rede elétrica brasileira, auferindo em maior flexibilidade e adaptações operacionais para todo o sistema. Em segundo institui-se o Centro Nacional de Operação do Sistema (CNOS), que operará a partir de 1989 na supervisão e operação dos sistemas interligados (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). A tabela 08 mostra a evolução da capacidade instalada ao longo do período abordado:

Tabela 08: Capacidade instalada brasileira (1962-1979)

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1962	5.729	
1963	6.355	10,93%
1965	7.411	16,62%
1970	11.233	51,57%
1975	19.056	69,64%
1979	27.970	46,78%

Fonte: tabela desenvolvida pelo autor com dados de (Centro da Memória da Eletricidade no Brasil (1995a, p.144) apud GOMES, 2002).

11.2.5.2 1980 a 1990 – Período de crise do modelo estatal

Em 1980, a CBEE (Companhia Brasileira de Energia Elétrica) transfere todas as suas operações para a Cerj (Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro), organização criada no mesmo ano. Acabou sendo a primeira concessionária estadual a ser privatizada em 1995 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1980 entre em operação a hidrelétrica Bento Munhoz Rocha Neta, conhecida como Foz do Areia, na cidade de Pinhão (PR). Pertencente a Copel (Companhia Paranaense de Energia Elétrica), em sua inauguração possuía 418 MW de potencia instalada, ganhando mais três unidades geradoras até 1982 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Entra em funcionamento, sob Decreto Estadual nº 85.839, de 24 de março de 1981, a Eletropaulo (Eleticidade de São Paulo S.A.), supervisionada pela Eletrobrás, foi formada com a aquisição do subsistema paulista da Light. A sua aquisição foi feita por um conselho de energia nomeado pelo Governo do Estado, que também adquiriu a CPFL e a Cesp. A Eletropaulo foi dividida em empresas menores, sendo privatizada sua operação de distribuição da região metropolitana de São Paulo, readquirida pela Light, em 1997. Em 2001 passou ao controle da AES (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto-Lei nº 1.872, de 21 de maio de 1981, cedia às concessionárias de energia elétrica o direito de aquisição de eletricidade excedente de autoprodutores, desde que por geração a partir de fontes que não necessitem de petróleo (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1982, a Eletrobrás apresenta o Plano 2000, com uma clara preferencia pela geração hidráulica, o relatório era dividido em três partes. A primeira parte abrangia as usinas que entrariam em operação até o ano de 1985, a segunda parte levava em conta o planejamento de usinas e sistemas de transmissão operando até 1995, e a terceira, previa programas de obras até 2000, como já dito, priorizando o investimento em hidrelétricas, embora também previsse o uso de outras fontes, como o urânio, o carvão mineral e vegetal, a lenha e a cana de açúcar. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Pela Portaria nº 1.617, de 23 de novembro de 1982, cria-se o Grupo Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS), subordinado a Eletrobrás, com missão de coordenar o planejamento da rede elétrica brasileira, racionalizando investimentos para convergir a expansão industrial e as diretrizes governamentais de investimento no setor elétrico. Foi sucedido pelo Comitê Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos (CCPE) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1984, entra em operação a usina hidrelétrica de Tucuruí, maior hidrelétrica nacional do país até o momento. Localizada em Tucuruí (PA), no rio Tocantins, com capacidade instalada total, ao final de 1987, de 7,9 GW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

No mesmo ano de 1984, conclui-se a primeira parte da interligação dos sistemas Norte-Nordeste, através da rede de transmissão que transportava eletricidade da usina de Tucuruí até o Nordeste brasileiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1984, consolidando-se como um ano chave para a geração hidrelétrica no Brasil, é inaugurada a usina de Itaipu, a maior do mundo para a época. Entre as cidades de Foz do Iguaçu (PR) e *Ciudad Del Este*, no Paraguai, a binacional Itaipu, em 2007, possuía um total de 14 GW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Portaria Interministerial nº 1.877, de 30 de setembro de 1985, do MME e do MIC (Ministério da Indústria e Comércio), cria o Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), presidido pelo MME e com a Eletrobrás na secretaria executiva. O objetivo do Procel era estabelecer uso mais consciente de energia elétrica, através de programas que eliminavam desperdícios e aumentavam a eficiência dos equipamentos elétricos e processos industriais. Em 1993 foi criado o selo Procel, que estimulará produtos que consumam menos energia elétrica de acordo com a etiqueta de eficiência elaborada pela Procel (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Entra em operação, no mesmo ano de 1985, a usina termonuclear Álvaro Alberto, conhecida como Angra I, no município de Angra dos Reis (RJ). Sob concessão de Furnas possuía capacidade instalada de 657 MW. Passou ao controle da Eletronuclear (Eletrobrás Termonuclear S.A. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1986 entra em operação o mais extenso sistema de transmissão da América do Sul, o sistemas de extra alta tensão Sul-Sudeste, transportando energia elétrica da usina hidrelétrica de Itaipu até a Região Sudeste. As linhas utilizavam-se tanto de corrente alternada de 750 kV (quilovolts) como de corrente contínua de aproximadamente 500 kV (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), define que hidrelétricas com capacidades instaladas superiores a 10 MW e linhas de transmissão de 230 kV como empreendimento que impactam o meio ambiente e necessitam de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (Rima), a serem apresentados a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1987, a Eletrobrás apresenta o Plano 2010, um planejamento de longo prazo elaborado pela própria Eletrobrás em colaboração com o MME, do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), da Petrobrás (Petróleo Brasileiro S.A.), do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ipea (Instituto Brasileiro de Economia Aplicada) e da Nuclebrás (Empresas Nucleares Brasileiras S.A.) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1988 a Eletrobrás cria a Revis (Revisão Institucional de Energia Elétrica) para analisar a situação do setor de energia elétrica sob a ótica da legislação, equalização tarifária e financiamento do modelo institucional do setor (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 1988, o MME cria o Comitê Coordenador das Atividades do Meio Ambiente do Setor Elétrico (Comase), para coordenar as atividades do setor de energia elétrica que esbarrassem em questões relacionadas ao meio ambiente (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1990 o MME (Ministério de Minas e Energia) é extinto, através da Lei nº 8.028, de 12 de abril, passando suas atribuições ao Ministério da Infraestrutura (Minfra). Voltou suas operações com o mesmo nome de Ministério de Minas e Energia em 1992 (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). Na tabela 09 estão presentes os avanços da capacidade instalada de 1979 a 1992:

Tabela 09 – Capacidade instalada brasileira (1979-1992)

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1979	27.970	
1980	33.474	19,68%
1985	43.065	28,65%
1990	58.795	36,53%
1992	61.620	4,80%

Fonte: tabela desenvolvida pelo autor com dados de (Boletim Anual do Comitê do Conselho Mundial de Energia (2002, p.22).

11.2.6 1991 a 2009 – Privatização e reformas

Em 1992, o MME é recriado pela Lei nº 8.422, de 13 de maio, com extinção do Ministério da Infraestrutura (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993 (conhecida como Lei Elizeu Resende), acarretou em mudanças institucionais muito importantes para o setor de energia elétrica. Entre outras medidas, eliminava a equalização tarifária e as geradoras e distribuidoras concessionárias agora passavam a fixar suas tarifas em função de custos de serviços (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto nº 915, de 6 de setembro de 1993, autorizava consórcios entre autoprodutores e concessionárias para aproveitamento hidrelétrico, podendo agora tais autoprodutores inserirem energia elétrica na rede de transmissão. O primeiro consórcio assim aconteceu em 1994 com a hidrelétrica Igarapava (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 22 de setembro de 1993, o Decreto nº 1009, cria o Sintrel (Sistema Nacional de Transmissão de Energia Elétrica), com a participação da Eletrobrás, de Furnas, da Eletronorte, Chesf, Eletrosul e Escelsa, promovia o livre acesso ao sistema de transmissão, de maneira a assegurar a competitividade justa nos segmentos de geração, distribuição e comercialização de energia elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1994, entre os municípios de Canindé do São Francisco (SE) e Piranhas (AL), entra em operação a hidrelétrica Xingó. Em 1997, com seis unidades geradoras, a hidrelétrica possuía capacidade instalada de 3.000 MW, sendo a maior operação de geração da Chesf (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1995, através de Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro, estabelecia-se como obrigatoriedade a licitação de concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica de acordo com o artigo 175 da Constituição Federal. Foi complementada pela Lei nº 9.074, de 7 de julho do mesmo ano, que definiu o livre acesso aos sistemas de transmissão e reconheceu o Produtor Independente de Energia (PIE) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto nº 1.503, de 25 de maio de 1995, incluía as empresas da Eletrobrás no PND (Programa Nacional de Desestatização) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1995, como decorrência do PND a Escelsa foi 77% adquirida por um consórcio de empresas privadas (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1996 o setor elétrico brasileiro passou por uma série de privatizações, Empresas de capital privado obtiveram, por exemplo, a concessão de trinta anos das empresas Light Serviços de Eletricidade S.A. e também obtiveram 82% do capital da Cerj (Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em decorrência das privatizações, em 26 de dezembro de 1996, a Lei nº 9.427 institui a autarquia ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) como órgão de regulação do setor, substituindo o DNAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). A ANEEL, órgão ativo até o presente, possui a atribuição de regular e

fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica em todo o território brasileiro.

Em 29 de abril de 1996, a Medida Provisória nº 1.531, autorizava o Poder Executivo a reestruturar a Eletrobrás e suas subsidiárias e a estabelecer atribuições à ANEEL, que anteriormente eram responsabilidade do MAE (Mercado Atacadista de Energia Elétrica – órgão criado para melhorar a comercialização de energia elétrica) e do OIS (Operador Independente do Sistema) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1997 ocorreram inúmeras privatizações, a maioria na forma de leilões, apresentadas brevemente abaixo:

- 32,96% das ações da Cemig são adquiridas pelas empresas norte americanas AES (American Energy System) e Southern Electric através de um fundo de investimento chamado *Opportunity*. O Governo de Minas Gerais manteve o controle majoritário da Cemig (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- Coelba negociou 65,6% de suas ações com um consórcio composto de capital nacional e estrangeiro (Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- A CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) é 100% vendida ao consórcio composto por VBC Energia (Votorantim, Bradesco e Camargo Corrêa), Previ (Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil) e pela Cesp (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- Privatiza-se a CEEE do Rio Grande do Sul (Companhia Estadual de Energia Elétrica).
- O controle da distribuição de energia elétrica das Regiões Norte e Nordeste e Centro oeste passa ao capital privado (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- Consórcio composto por capital privado nacional adquire 76,53% da Enersul (Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S.A.) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- A Cemat (Centrais Elétricas Matogrossenses S.A.) é privatizado, cedendo 86,91% de todo o seu capital para investidores da Inepar Energia e Grupo Rede (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- Privatização da Energipe (Empresa Energética de Sergipe S.A.) que passou 86,4% de seu capital para a iniciativa privada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- Privatiza-se a Cosern (Companhia Energética do Rio Grande do Norte), com 77,92% de suas ações adquiridas por consórcio entre a Coelba e capital espanhol (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1997, a Eletrobrás constitui subsidiárias para a privatização de seus sistemas de geração de energia elétrica. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A energia nuclear passou ao controle do Governo Federal com a criação, em 1997, da Eletronuclear (Eletrobrás Termonuclear S.A.). A subsidiária da Eletrobrás teve por finalidade à época operar a usina de Angra I e construir a usina de Angra II. Em 2001 o órgão apresentou o projeto de Angra III para o CNPE (Conselho Nacional de Política Energética) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1997, entra em operação a hidrelétrica Miranda, com 390 MW de capacidade instalada, no rio Araguari, entre as cidades de Uberlândia (MG) e Indianópolis (MG). A Cemig foi concessionária responsável pela gestão da usina de Miranda (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O MME apresenta um estudo encomendado a uma consultoria britânica, que sugeria que o sistema elétrico brasileiro fosse dividido em geração, transmissão, distribuição e comercialização. Também fora sugerido a criação de instituição para administrar os sistemas interligados que substituísse o GCOI (Grupo Coordenador para Operação Interligada) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). Tal órgão seria criado no ano seguinte, em 1998, com o nome de ONS (Operador Nacional do Sistema).

Em 1998, privatiza-se mais uma série de empresas de âmbito estadual como a Coelce (Companhia Energética do Ceará), a Celpa (Companhia Energética do Pará) e o destaque para a Eletropaulo Metropolitana – Eletricidade de São Paulo S.A. (Elma), que foi adquirida em 75,88% em direção e 29,80% em capital total, por um consórcio de capital nacional e estrangeiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Como já mencionado, a Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, cria o ONS (Operador Nacional do Sistema), de direito privado e sem fins lucrativos, a organização tem o seu funcionamento focado na coordenação e no controle da operação de geração e transmissão do SIN (Sistema Interligado Nacional) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 1998, entra em operação com 1.275 MW de potência instalada, a hidrelétrica Serra da Mesa, no município de Minaçu (GO). Com o maior reservatório do Brasil com 1.784 km², a construção da usina era concessão de Furnas e a CPFL Geração de Energia S.A. detém 51,54% do empreendimento (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 1999, entra em operação a hidrelétrica Governador José Richa ou Salto Caxias, no rio Iguaçu em Capitão Leônidas Marques (PR). Com 63 metros de altura e 1.083 metros de comprimento possui 1.240 MW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

No mesmo ano de 1999, entra em operação a primeira etapa da interligação das redes Norte-Sul, passo de importância ímpar no caminho da integração da rede elétrica brasileira. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). Com tal inovação o Brasil possuiria mais controle da geração, flexibilizando a oferta em nível nacional, e não ficando mais refém de possíveis períodos de estiagem em determinadas regiões.

Entra operação, também em 1999, o Gasoduto Brasil-Bolívia, ligando Santa Cruz de la Sierra (Bolívia) e Campinas (SP), como uma cooperação multilateral entre Petrobrás e YPFB (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 2000 o governo lança o Programa Prioritário de Termelétricas (PPT) com intenção de construir usinas térmicas movidas a gás natural (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A maior usina hidrelétrica privada brasileira entra em operação em 2000, a hidrelétrica Itá, no rio Uruguai entre os municípios de Aratiba (RS) e Itá (SC). Em 2001, atingiu 1.450 MW de potencia instalada. Com concessão da Gerasul (Geradoras do Sul do Brasil S.A. – Empresa criada inicialmente como subsidiária da Eletrobrás para agilizar as privatizações de suas subsidiárias de distribuição no Sul do Brasil, sendo posteriormente também privatizada) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Entre 1º de julho de 2001 e 19 de fevereiro de 2002 o Brasil presenciou um programa de racionamento de energia elétrica devido ao risco de blecautes ocasionados pela redução contínua dos níveis de confiabilidade dos reservatórios das hidrelétricas nacionais (JUNIOR et al., 2007, p. 223).

Ainda em 2001, foi criada a GCE (Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica) para coordenar o programa de racionamento, compatibilizando a oferta disponível no sistema e a demanda da sociedade. Também instituiu-se a CBEE (Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial) para negociar energia elétrica com termelétricas. Ainda no mesmo ano, a termelétrica Eletrobold, com 380 MW de capacidade instalada, e a termelétrica Macaé Merchant, com 928 MW, entram em operação, com capital estrangeiro, no estado do Rio de Janeiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 2002 entra em operação a hidrelétrica Machadinho, no rio Pelotas, entre as cidades de Maximiliano de Almeida (RS) e Piratuba (SC). Com 1.140 MW de capacidade instalada e sob concessão de consórcio formado pela Gerasul (Centrais Geradoras do Sul do Brasil S.A.), Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina) e CEEE (Companhia Estadual de Energia Elétrica), e por grandes empresas privadas. (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, instituiu o Proinfa (Programa de Fontes Alternativas de Energia). Supervisionado pelo MME e sob gerência da Eletrobrás, o Proinfa estabelecia a contratação de 3.300 MW de energia elétrica no SIN (Sistema Integrado Nacional) proveniente das fontes alternativas: eólica, biomassa e PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

O Decreto nº 4.873, de 11 de novembro de 2003, cria o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Luz para Todos – Programa Luz Para Todos. Sob a coordenação do MME e com participação da Eletrobrás, o programa atende comunidades carentes de energia elétrica, majoritariamente de áreas rurais (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). Já entregou energia elétrica para mais de 15 milhões de brasileiros (Luz para Todos).

Em 2004 duas leis importantes foram promulgadas, ambas em 15 de março:

- A Lei nº 10.847 criou a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), com função de planejamento técnico, econômico e socioambiental de empreendimentos de energia elétrica (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).
- A Lei nº 10.848 determinou que a oferta de menor tarifa fosse utilizada como critério para licitações de contratos de venda de energia elétrica de longo prazo, mediante licenças ambientais prévias.

Ainda em 2004 acontece o primeiro leilão de energia sob o novo modelo de regramentos, contratando energia de usinas mais antigas. Já em 2005, o leilão contempla as usinas mais recentes (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 2005, a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) apresenta o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica – PDEE 2006–2015, sendo considerado um marco na retomada do planejamento do setor elétrico por iniciativa pública. O Plano Decenal será elaborado anualmente pela EPE, retomando a prática vigente entre os anos 1980 e 1990, quando os estudos eram feitos pelo extinto Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 2007, a hidrelétrica Campos Novos entra em operação, no rio Canoas em Santa Catarina, com potencia instalada total de aproximadamente 880 MW (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 2007, um consórcio formado por capital privado majoritariamente nacional, vence o leilão promovido pela ANEEL pela Hidrelétrica Santo Antônio, que deverá ser a primeira do rio Madeira, que deverá contar com um complexo de duas usinas, em uma estrutura que disponibilizará mais de 6.000 MW de potencia instalada ao SIN (Sistema Interligado Nacional) (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Em 2008 a ANEEL permitiu que cooperativas rurais de eletrificação pudessem atuar como distribuidoras de energia elétrica, durante 20 anos a partir do contrato (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Ainda em 2008 é inaugurada no Ceará, contratada pelo Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), a usina eólica *Econoergy* Beberibe, com 25,6 MW de potencia instalada (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

Também em 2008 a hidrelétrica Tucuruí inaugura outra casa de força, que vai acrescentar 8.370 MW de potencia instalada, além dos 7.900 MW já em operação (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”).

A Medida Provisória nº 466, de 30 de julho de 2009, determina o regramento para integração de sistemas isolados de geração ao SIN (Sistema Interligado Nacional). No mesmo ano, a Lei nº 9.991 obriga as concessionárias a recolherem 1,3% de suas receitas líquidas para pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico brasileiro (“MEMÓRIA DA ELETRICIDADE”). A tabela 10 mostra o crescimento da capacidade instalada brasileira de 1992 a 2009.

Tabela 10 – Capacidade instalada brasileira 1992-2002

Ano	Capacidade Instalada (Total em MW)	Aumento a cada 5 anos (%)
1992	61.620	
1993	62.581	1,56%
1995	65.354	4,43%
2000	77.781	19,01%
2002	83.911	7,88%

Fonte: tabela elaborada pelo autor com dados de (Boletim Anual do Comitê do Conselho Mundial de Energia (2002, p.22) apud GOMES, 2002).

11.2.7 2002 a 2015 – Nova reforma e parcerias público privadas

A passagem do século XX para o século XXI não trouxe apenas uma troca de política ideológica, com a troca presidencial democrática para o Brasil, mas também preocupações em nível mundial com as emissões de combustíveis fósseis, proveniente em grande parte de processos térmicos de geração de energia elétrica (LEITE, 2014, p. 424). Isso impulsionou como já visto em 2002, o Proinfa, que obteve avanços da capacidade instalada de fontes alternativas através de leilões (embora biomassa seja um combustível renovável, emite de gases de efeito estufa no processo de geração de energia elétrica).

O Proinfa foi retomado pelo governo do presidente Lula, que através de modificações no projeto original, apresentou a Lei nº 10.762 de 2003, que instituiu entre outros objetivos, o de estabelecer tributos sob a égide de CDE (Conta do Desenvolvimento Energético). A CDE deveria suprir o pagamento da diferença, em forma de crédito complementar, entre o valor econômico e o valor recebido pela Eletrobrás para projetos do Proinfa pelo prazo de 25 anos (LEITE, 2014, p. 425).

No setor empresarial brasileiro, a estrutura dos governos do presidente Lula e da presidente Dilma Rousseff, disponibilizou um modelo híbrido, com investimentos provenientes de setores estatais e privados, além de diversas outras formas de consórcio. No setor público, houve mais participação do estado em questões estratégicas do setor elétrico, como planejamento e controle, havendo menos participação em tais funções de iniciativas privadas. (LEITE, 2014, p. 440).

Em 2007, conforme já citado nesta narrativa histórica, a usina hidrelétrica de Itaipu inaugura suas últimas duas unidades geradores previstas no projeto original. A usina elevou para 14 GW sua potência instalada (LEITE, 2014, p. 448). Em 2013, a usina atingiu recorde mundial de produção de eletricidade com 98 milhões de MWh produzido (p. 450).

A partir de 2007, instituí-se diversas associações de classe. Sendo sete na área de eletricidade (LEITE, 2014, p. 441).

O setor elétrico, entre 2007 e 2013, teve sua expansão e oferta garantida pela expansão de usinas termelétricas, que cresceram em média dez por cento ao ano durante o período (LEITE, 2014, p. 446).

A fonte eólica teve destaque no período de 2007 a 2013, com crescimento de 148 para 3600 MW de potencia instalada no Brasil (LEITE, 2014, p. 446).