

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

BRUNO BACCARIN SALLES

Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios Inovadores

SÃO CARLOS

2020

BRUNO BACCARIN SALLES

Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios Inovadores

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: Prof. Associada Daisy A. N. Rebelatto

SÃO CARLOS

2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

B116s Baccarin Salles, Bruno
 Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios
Inovadores / Bruno Baccarin Salles; orientadora Daisy
Aparecida do Nascimento Rebelatto. São Carlos, 2020.

 Monografia (Graduação em Engenharia de
Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2020.

 1. Modelos de Negócios. 2. Setor elétrico. 3.
Inovação. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Bruno Baccarin Salles
Título do TCC: Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios Inovadores
Data de defesa: 21/12/2020

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Associado Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto (orientador)	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Etienne Cardoso Abdala	Aprovado
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Gestão e Negócios	
Pesquisador Guilherme Augusto Roiz	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Associado Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto**

RESUMO

Salles, B. B. **Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios Inovadores**. 2020.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

Com a perspectiva de uma possível liberalização do setor de energia elétrica do Brasil em virtude do Projeto de Lei do Senado nº 232 e com o desenvolvimento e otimização de novas tecnologias, o presente trabalho tem como objetivo identificar modelos de negócios inovadores e analisar quais possam ser aplicados no setor do país. Para atender a este objetivo geral, o trabalho desenvolve uma revisão bibliográfica da literatura sobre os Segmentos e Estruturas do Setor Elétrico e Modelos de Negócios Inovadores surgindo ao redor do mundo, e analisa os modelos a partir de fatores econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos. A partir das análises foi possível identificar seis diferentes modelos categorizados pela tecnologia aplicada, há modelos que utilizam tecnologias geradoras de energia como placas fotovoltaicas, outros que utilizam tecnologias de resposta a demanda e modelos de mercado *peer-to-peer*, além disso é possível categoriza-los pela forma de ver a principal tecnologia aplicada pela empresa, há modelos que empregam a tecnologia como um produto, outros que a utiliza como um serviço e há os modelos que aplicam a tecnologia de forma compartilhada. Além disso, as análises de diferentes fatores auxiliaram a identificar as oportunidades e barreiras para cada modelo como a renda média da população, fator econômico de extrema importância para a conquista de mercado por novas tecnologias, em 2019 metade da população recebeu apenas 15,6% do rendimento total do país enquanto os 10% mais ricos receberam 42,9%, além disso a região nordeste, área com maior potencial fotovoltaico do país, possui uma renda mediana pouco acima de 500 reais, esse fator consiste em uma barreira para aplicação de tecnologias com alto investimento como as placas fotovoltaicas. Este trabalho contribui para uma análise inicial de modelos de negócios inovadores no setor de energia e os resultados alcançados poderão ser utilizados como base científica para demais estudos que observem os modelos de modo mais profundo.

Palavras-chave: Setor elétrico, Modelos de Negócios Inovadores, Liberalização, *Peer-to-Peer*, Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas de Resposta a Demanda.

ABSTRACT

Salles, B. B. **Setor Elétrico Brasileiro e Modelos de Negócios Inovadores**. 2020.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos,
Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

With the perspective of a possible liberalization of the energy sector in Brazil due to Senate Bill No. 232 and with the development and optimization of new technologies, this work aims to identify innovative business models and analyse which ones can be applied in the country's sector. To meet this general objective, the work develops a bibliographic review of the literature on the Energy Sector Segments and Structures and Innovative Business Models emerging around the world, and analyzes the new models from economic, social, environmental and technological factors. From the analysis it was possible to identify six different models categorized by applied technology, there are models that use energy-generating technologies such as photovoltaic plates, models that use demand-response technologies and models from the peer-to-peer market, in addition it is possible to categorize them by the way of seeing the main technology applied by the company, there are models that use technology as a product, other models use it as a service and there are models that apply technology in a shared way. In addition, the analysis of different factors helped to assess the opportunities and barriers for each model such as the average income of the population, an economic factor of extreme importance for the conquest of the market by new technologies, in 2019 half of the population received only 15.6% of the country's total income while the richest 10% received 42.9%, in addition the northeastern region, the area with the largest photovoltaic potential in the country, has a median income just over 500 reais, this factor consists of a barrier for application of high investment technologies such as photovoltaic plates. This work contributes to an initial analysis of innovative business models in the energy sector and the results achieved can be used as a scientific basis for other studies that observe the models in a deeper way.

Keywords: *Energy Sector, Innovative Business Models, Liberalization, Peer-to-Peer, Photovoltaic Systems, Demand Response Systems.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Célula fotovoltaica.....	15
Figura 2 – Segmentos do setor de energia.....	19
Figura 3 – Sistema de Transmissão do Brasil.	21
Figura 4 - Modelo 1: Monopólio Verticalmente Integrado.	25
Figura 5 – Modelo 2: Operador único.	26
Figura 6 – Atuação das empresas de rede na China.	27
Figura 7 – Modelo 3: Competição por atacado.	28
Figura 8 – Modelo 4: Competição por varejo.	29
Figura 9 – Estrutura institucional do setor de energia no Brasil.	37
Figura 10 – Mercado P2P Completo.	45
Figura 11 – Estrutura do Mercado P2P Comunitário.	46
Figura 12 – Estrutura do Mercado P2P Híbrido.	47
Figura 13 – Incidência média de raios solares no Brasil.	52
Figura 14 – Potencial de geração solar fotovoltaica.....	53
Figura 15 – Proporção de pessoas com rendimento per capita inferior a 5,50 dólares.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Top 10 de empresas de distribuição por consumo.	22
Tabela 2 – Companhias privatizadas do setor elétrico.	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Matriz de Geração de Energia no Brasil.	20
Gráfico 2 – Variação do Preço a Longo Prazo e do preço PLD.	24
Gráfico 3 – Taxa de adesão ao longo do tempo.	32
Gráfico 4 – Custo médio de produção de módulos fotovoltaicos.	50
Gráfico 5 – Renda média da população brasileira.	54
Gráfico 6 – PIB x Consumo de energia per capita.	54
Gráfico 7 – Evolução das tarifas de energia.	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Companhias estatais no Brasil.....	33
Quadro 2 – Fatores Positivos e Negativos dos Modelos 1, 2 e 4.	59
Quadro 3 – Fatores Positivos e Negativos dos Modelos 3, 5 e 6.	60

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

IA	-	Inteligência artificial
SIGA	-	Sistema de Informações de Geração da ANEEL
ANEEL	-	Agência Nacional de Energia Elétrica
SIN	-	Sistema Interligado Nacional
EPE	-	Empresa de Pesquisa Energética
NOS	-	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ABRADEE	-	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ACR	-	Ambiente de Contratação Regulada
ACL	-	Ambiente de Contratação Livre
CCEE	-	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
PLD	-	Preço da Liquidação das Diferenças
<i>IPP</i>	-	<i>Independent Power Producers</i>
Ofgem	-	<i>Office of Gas and Electricity Markets</i>
CEMIG	-	Centrais Elétricas de Minas Gerais
CESP	-	Centrais Elétricas de São Paulo
FFE	-	Fundo Federal de Eletrificação
DNAEE	-	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
SINTREL	-	Sistema Nacional de Transmissão Elétrica
MAE	-	Mercado Atacadista de Energia Elétrica
GCE	-	Câmara de Gestão de Crise de Energia Elétrica
FMI	-	Fundo Monetário Internacional
CMSE	-	Comitê de Monitoramento de Energia
PSL	-	Projeto de Lei do Senado
PEC	-	Proposta de Emenda à Constituição
ESCos	-	<i>Energy Service Companies</i>
P2P	-	<i>Peer-to-Peer</i>
ABSOLAR	-	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
IEA	-	International Energy Agency

IEMA	-	Instituto de Energia e Meio Ambiente
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABRACEEL	-	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
PIB	-	Produto Interno Bruto
GWh	-	Giga Watts-Hora
kWh/m ²	-	Kilo Watts-Hora por Metro Quadrado
kW	-	Kilo Watts
kV	-	Kilo Volts
MW	-	Mega Watts
GW	-	Giga Watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	METODOLOGIA	18
3	SETOR ELÉTRICO	19
4	SETOR DE ENERGIA NO BRASIL	33
5	NOVOS MODELOS DE NEGÓCIOS EM PAÍSES LIBERALIZADOS	40
5.1.	MODELOS DE NEGÓCIOS CENTRADOS NO PRODUTO CLIENTE- PROPRIETÁRIO	42
5.2.	MODELOS DE NEGÓCIOS CENTRADOS EM SERVIÇOS TERCEIRIZADOS	43
5.3.	MODELOS DE NEGÓCIOS COMUNIDADE DE ENERGIA.....	47
6	RESULTADO E DISCUSSÃO	49
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1 INTRODUÇÃO

A energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho ou de transferir calor. Há diferentes fontes de energia que já foram ou são utilizadas pela sociedade desde tempos anteriores, as mudanças das fontes de energia empregadas ocorrem devido a necessidade energética do homem estar em constante evolução junto com as sociedades, sendo umas das primeiras e mais importante o domínio do fogo. A diversificação do trabalho e o aumento do conforto vêm demandando que novas formas de utilização de energia sejam descobertas e aprimoradas por meio do desenvolvimento de conhecimentos. No período da Revolução Industrial, o carvão mineral se tornou o primeiro e principal recurso fóssil, sendo utilizado em uma escala nunca anteriormente vista. O carvão foi apenas ultrapassado em 1859, ano em que foi descoberto petróleo a uma profundidade de 21 metros nos Estados Unidos que permitiu outro grande impulso na energia produzida.

A eletricidade é uma forma de energia secundária, obtida a partir de outras fontes de energia primária como o petróleo e o carvão, que permitiu a ampliação no uso final da energia por meio da entrega de eletricidade aos usuários finais, ou seja, a população em si. Em 1882, Thomas Edson construiu as primeiras usinas geradoras em corrente contínua para atender os sistemas de iluminação das cidades, já em 1886 ocorreu a primeira transmissão em corrente alternada.

O uso de corrente alternada, de um transformador eficiente e de sistemas polifásicos mudaram o uso de energia nas sociedades, permitindo a transmissão em grandes distâncias e permitindo o uso doméstico. A facilidade no transporte e na conversão direta em qualquer outro tipo de energia transformaram a eletricidade no principal insumo do mundo contemporâneo, esse ponto pode ser constatado devido ao fato de que países mais desenvolvidos e industrializados costumam duplicar o consumo de eletricidade a cada dez anos. Assim, ao longo das décadas, a matriz energética de produção da eletricidade vem crescendo de forma intensa como resposta ao aumento constante da demanda (Marques Farias & Sellitto, 2011).

Fatores como disponibilidade de recursos, domínio de tecnologias, interesses comerciais, preservação de meio ambiente, políticas governamentais e eventos como grandes apagões moldaram as diferentes composições da matriz e as diferentes estruturas do setor de cada país individualmente.

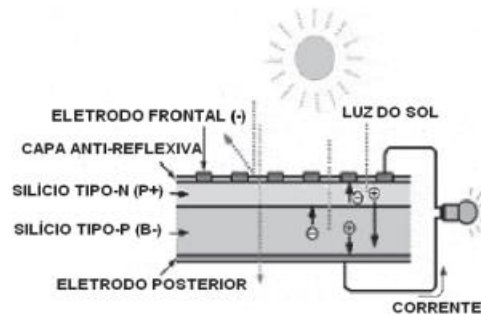
Todos os setores do mercado são desenvolvidos baseados na tecnologia disponível a cada geração, assim a evolução tecnológica permite que todo o mercado se beneficie ao utilizar das inovações desenvolvidas.

A partir do século XXI, novas tecnologias vêm sendo constantemente desenvolvidas, principalmente com a facilidade na comunicação proporcionado pela internet e a globalização, o que permitiu a aceleração do avanço da sociedade. Com isso, a necessidade de consumir cada vez mais energia faz com que essas novas tecnologias também sejam aplicadas no setor buscando aumentar a produção e a eficiência da eletricidade. As principais delas são apresentadas na sequência.

O medidor inteligente é um medidor eletrônico, ao invés de eletromecânico como os tradicionais e ainda predominantes no Brasil, que, além de registrar o consumo de energia, permite que as informações passem a fluir em dois sentidos, tanto para a concessionária, que está fornecendo a energia, quanto para os clientes. O Ministério de Minas e Energia realizou um estudo em 2012 e definiu funcionalidades que devem estar presentes em um medidor inteligente: mensurar grandezas, transmitir os dados medidos, processar as informações recebidas, auxiliar na tomada de decisão e permitir a atuação remota da rede. Assim, os novos medidores permitem acompanhar e gerenciar o consumo tanto pela companhia quanto pelo usuário, identificar e corrigir falta de energia de maneira mais rápida e realizar medições remotamente (Elektro, c2020).

As células fotovoltaicas, ao contrário do que muitos pensam, não utiliza o calor para produzir eletricidade. Analisando a palavra: “*photo*” significa produzido pela luz e “*voltaico*” significa eletricidade produzida por uma reação química, assim elas são dispositivos semicondutores que produzem a energia elétrica quando expostos a luz. Ou seja, as células possuem elementos como o silício e a luz atua como um fluxo de partículas que é absorvida pelos elétrons e são puxados pelo campo elétrico existente na região da junção como na Figura 1.

Figura 1 - Célula fotovoltaica.



Fonte: Marques & Krauter, 2009, p. 156.

Os elétrons saem da célula ficando disponível para uso. Logo, as células não armazenam a energia sendo necessário a utilização de baterias ou interligar à rede. Sistemas fotovoltaicos independentes são compostos de 1) Painel fotovoltaico (gerador de energia), 2) Banco de baterias (armazenador de energia para momentos sem incidência solar), 3) Controlador de carga (protege as baterias) e 4) inversor (converte a corrente gerada para sua utilização) (Marques & Krauter, 2009).

O *Blockchain* é basicamente um livro-razão público digital que permite o registro de dados sem a possibilidade de alteração em uma cadeia de blocos por meio da utilização da fórmula matemática chamada *hash*, armazenando todo o histórico das transações por criptografia sendo escrito unilateralmente com cada registro diretamente relacionado ao anterior e ao posterior, garantindo, assim, a segurança das identidades e das chaves de segurança de cada usuário. O *blockchain* é uma tecnologia disruptiva que conecta as partes interessadas diretamente, sem necessidade de haver intermediários, sendo considerada uma tecnologia descentralizada; ela vem mudando a maneira como as transações ocorrem na sociedade, como a possibilidade dos contratos inteligentes, um protocolo de transação informatizado que executa os termos acordados de maneira automática. A tecnologia continua a ser aprimorada e aplicada em diversos setores e funcionalidades além da criptomoeda, originada junto ao *blockchain* por um programador anônimo conhecido como Satoshi Nakamoto em 2008 (Ferro Gomes et al., 2018).

A energia elétrica pode ser gerada e transmitida e não é possível armazená-la de forma prática e barata, porém é possível transformá-la em outros tipos de energia como mecânica ou química. Os sistemas de armazenamento de energia podem ser divididos em: Armazenamento em grande escala (escala de Giga Watts), Armazenamento em redes e ativos de geração (escala de Mega Watts) e Armazenamento a nível de usuário final (escala de Kilo Watts). As principais tecnologias empregadas são: 1) Bombeamento hidrelétrico (é o sistema de armazenamento em

grande escala mais eficiente em utilização), 2) Ar comprimido (instalações com um motor reversível que, durante os momentos de excesso de energia, armazena o ar do ambiente em altas pressões em reservatórios debaixo da terra), 3) Armazenamento térmico (Acumula energia em materiais que permitem retê-la de forma controlada por métodos desde refrigeração até exposição a temperaturas elevadas), 4) Supercondensador (dispositivo capaz de armazenar energia em forma de cargas eletrostáticas, sem reações químicas), 5) Volantes de Inércia (sistema mecânico com um disco metálico que se aplica um torque de motor para conservar a energia em forma cinética), 6) Pilhas de combustível de hidrogênio (armazenamento químico contínuo) e, por fim, 7) Bateria de Lítio que possui grande potencial eletroquímico e acumula grandes quantidades de energia, além do peso reduzido e a alta eficiência, porém o custo de produção ainda é elevado para ampla aplicação, desvantagem que vem mudando, de acordo com a organização BloombergNEF, pois, além da redução já ocorrida de 85% do custo entre 2010 e 2018, é projetado a redução de até metade do preço para 2030 à medida que a demanda pela tecnologia aumente, isso irá permitir que a capacidade de armazenamento passe de 17 GWh em 2018 para uma faixa entre 1095 e 2850 GWh até 2040.

Com a transição das energias fósseis para fontes renováveis o armazenamento eficiente de energia é um pilar fundamental pois permite a flexibilização na produção de energia renovável, garante a integração no sistema, evita descargas em períodos de necessidade mínima, garantindo o aproveitamento máximo de cada Watts gerado (IBERDROLA, c2020).

A inteligência artificial (IA) é um programa computacional inteligente desenvolvido com o objetivo de solucionar problemas, melhorar a própria performance, interpretar linguagens e reconhecer esquemas visuais. A tecnologia trabalha em duas áreas principais: imitação de habilidades humanas e duplicação de resultados estabelecidos pelo homem; assim pesquisadores buscam desenvolver IA em campos como: solucionadores de problemas, raciocínio lógico, processo de linguagem natural, robótica e visão, programação automática, aprendizagem e sistemas especializados (Costa, 1992).

O termo *Big Data* consiste no alto volume de dados que são complexos, diversos e que provem de múltiplas fontes. Com o avanço das redes computacionais, da capacidade de coleta e do armazenamento de dados, a utilização do *Big Data* se torna uma tendência cada vez mais emergente para as empresas e indivíduos, principalmente com aumento na velocidade, volume e variedade na coleta, armazenamento, gerenciamento e processamento das informações, mudando completamente o ambiente competitivo dos negócios justamente por trazer novas oportunidades para se descobrirem novos valores, bem como contribuir para aumentar a

compreensão de valores escondidos e descobrir novos em todos os negócios e setores do mundo moderno (Furlan & Laurindo, 2017).

As novas tecnologias proporcionam novas oportunidades tanto para negócios já estabelecidos, aumentando a eficiência de processos e de resultados, quanto para novos, permitindo o surgimento de processos e serviços inovadores e disruptivos. Em um mercado livre qualquer companhia que busque conquistar *marketshare* tem oportunidade de aplicar novos negócios e novas tecnologias apesar do risco que acompanha as inovações.

Dado o contexto apresentado o objetivo desse Trabalho de Conclusão de Curso é **identificar e analisar modelos de negócios inovadores que possam ser aplicados no setor de energia do Brasil a partir da liberalização do mercado.**

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho foi baseada em uma ampla revisão bibliográfica que permitiu construir toda a base da pesquisa e das análises de fatores econômicos, socioambientais e tecnológicos com intuito de atingir o objetivo determinado.

Assim foram coletados dados de bases acadêmicas como artigos, teses, entre outros, consultadas em plataformas bases, como Google Scholar, Research Gate e banco de teses e dissertações de universidades como a Universidade de São Paulo, utilizando as palavra-chave “liberalização”, “setor elétrico brasileiro”, “business models”, “energy sector”, “electricity”, “Peer-to-Peer”.

Foram consultados ainda a literatura do autor Sally Hunt utilizada devido à apresentação geral da energia elétrica, do setor, dos segmentos e das estruturas possíveis sendo utilizada como fundação para o trabalho. Já para as análises de fatores socioambientais, tecnológicos e econômicos, foram consultados materiais disponibilizado por organizações associadas diretamente ao setor no Brasil e no mundo, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), Câmara de Comercialização de Energia (CCEE), Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), *International Energy Agency* (IEA), Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), entre outros, além de organizações que contribuíram com informações gerais da população e do país como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de matérias em veículos de informação.

Os dados encontrados foram organizados de forma a sistematizar as ideias iniciais com o intuito de escolher as informações a serem aproveitadas e analisadas. Desse modo, os resultados brutos foram então trabalhados de modo que ganhem significado de acordo com a pesquisa.

3 SETOR ELÉTRICO

O setor elétrico segue um fluxo bem definido começando pela produção da energia para ser transportada por meio de redes de alta e baixa voltagem até chegar nos pontos de consumo ficando disponível para utilização pelo cliente final como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Segmentos do setor de energia.



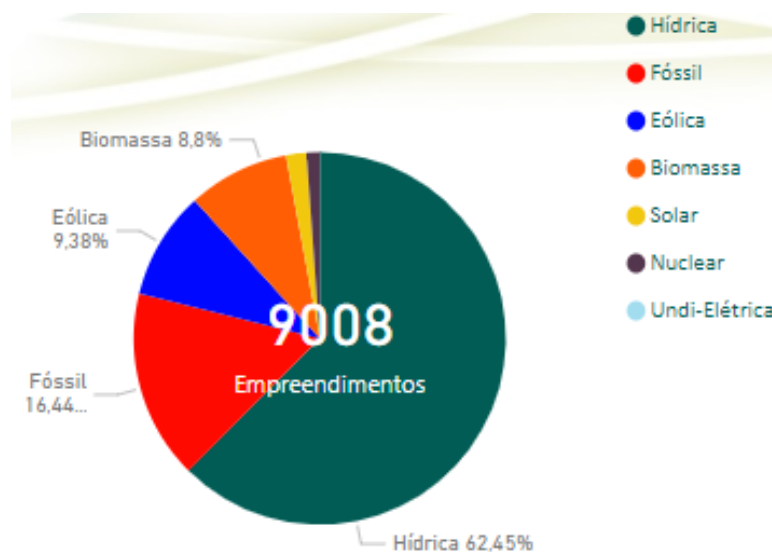
Fonte: Messias, 2015.

O segmento de geração se baseia na produção de energia para comercialização em qualquer mercado existente em que as variações ocorrem pelo recurso ou método utilizado na geração já que, diferentemente da indústria de petróleo em que o único recurso bruto é utilizado para produzir diversos produtos como gasolina e querosene, a indústria de eletricidade utiliza diversos recursos para produção do mesmo exato produto, ou seja, a geração é totalmente padronizada para funcionamento da sociedade. A energia é produzida comercialmente em numerosas usinas espalhadas pelo mundo todo, onde espécies de fios giram em um campo magnético por uma força motriz, geralmente é um vapor, a queda de água, o giro de moinhos de ventos, a combustão de um recurso e até mesmo a força das mares, sendo a mais utilizada o vapor produzido pelo carvão. Assim, o recurso utilizado pela usina afeta diretamente o custo da energia, além da variação na eficiência do processo; antes da década de mil novecentos e oitenta, as usinas possuíam a eficiência variando entre dezoito e trinta e seis por cento, porém com o avanço da tecnologia nos anos posteriores, o limite superior nas usinas subiu para sessenta e cinco por cento, as tecnologias também facilitaram a construções de novos parques e facilitaram a utilização de operações mais limpas, foram essas mudanças que permitiram a

introdução de concorrência no segmento de geração, pois retirou o caráter inevitável de economia de escala existentes nos parques antes da década de oitenta (Hunt, 2002).

No Brasil, de acordo com o Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA), a capacidade instalada do parque gerador em 2020 é de 174 GW e 35,7 GW em construção ou planejadas, em que 62% são geradas em usinas hidrelétricas, 16,4% é representada por recursos fósseis como gás natural e diesel, e a eólica representa aproximadamente 9,4% como mostra o Gráfico 1. Por tanto, a matriz renovável representa atualmente 82,9% enquanto a não renovável é aproximadamente 17% (ANEEL, 2020). Como, em 2015, a capacidade instalada de energia no país era de 140,8 GW, houve um crescimento de aproximadamente 24%, além disso, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia, a meta para 2024 é que o Brasil possua por volta de 207 GW já instalados, ou seja, atualmente 84% da meta já foi cumprida, somando com a capacidade em construção (10 GW) e a planejada (25,7 GW) a meta deve ser atingida e superada em 2 GW (Bajay et al., 2018). As usinas hidrelétricas vêm perdendo participação na matriz do país (em 2008, representava 72,8%) devido ao potencial já bem explorado e a predominância de usinas fio d'água que possuem capacidade reduzida por não permitirem o armazenamento de grandes quantidades de água justamente nas Bacias do Tocantins e do Amazonas localização do maior potencial restante no país. Já as usinas eólicas tiveram a capacidade aumentada em mais de sete vezes passando de 2,2 GW em 2013 para 16,4 GW em 2020. O Brasil é favorecido em termos eólicos por causa da baixa oscilação na velocidade do vento e das maiores velocidades no período de seca do país garantindo um papel complementar ao regime hídrico, principalmente na região nordeste (CPFL, 2014).

Gráfico 1 – Matriz de Geração de Energia no Brasil.

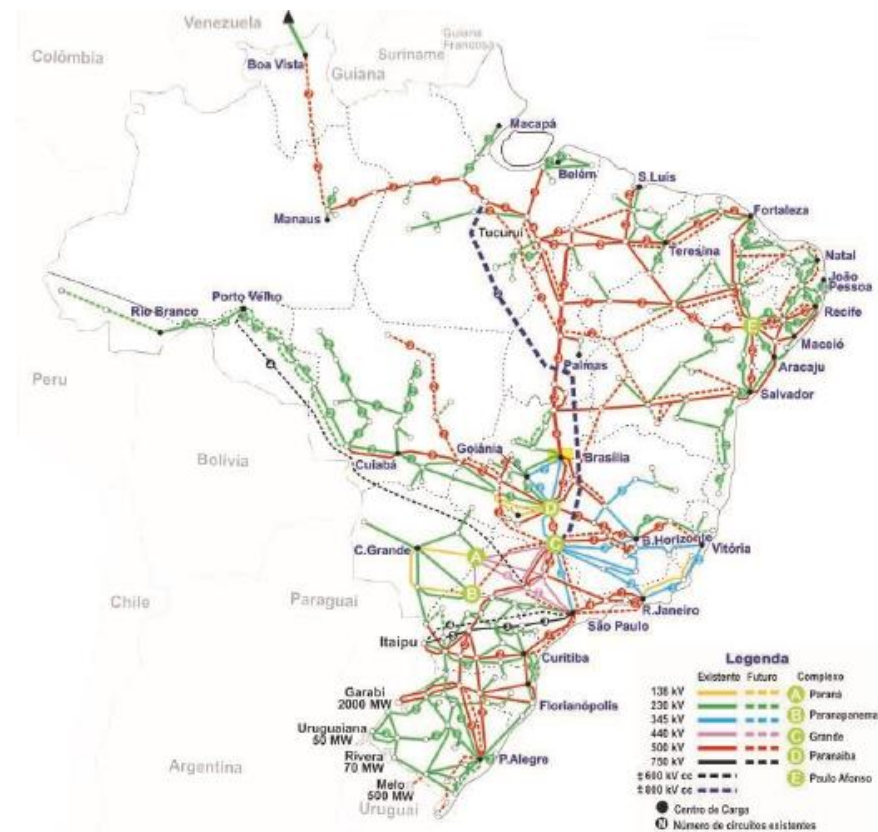


Fonte: SIGA, 2020.

No segmento de transmissão a eletricidade é transportada por meio de uma rede de fios de alumínio ou cobre chama de sistema de transmissão podendo ser subterrânea, submersa ou por postes e torres até chegar nos sistemas de distribuição locais. O sistema de transmissão é frágil, se sobrecarregar pode ficar instável e causar apagões generalizados, assim o fluxo deve ser gerenciado continuamente e em tempo real pelo operador do sistema para garantir a integração da operação das usinas de geração com o sistema de transmissão (Hunt, 2002).

O Brasil possui um sistema extenso e complexo devido as dimensões continentais do país e a dispersão espacial das usinas geradoras, como mostra a Figura 3, ultrapassando 141 mil quilômetros de linhas de transmissão no Sistema Interligado Nacional (SIN), de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que operam em tensões altas, entre 132 e 800 kV, isso ocorre para diminuir as perdas de energia durante as transmissões de longas distancias, reduzir o diâmetro dos cabos e, por consequência, o custo da rede (Bajay et al., 2018). O país tem 149 empresas que participam do segmento, sendo que novas concessões são atribuídas via leilão organizado pela ANEEL enquanto o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é responsável por propor ampliações e reforços necessários no sistema com base no crescimento da demanda e do risco sistêmico com revisões anuais.

Figura 3 – Sistema de Transmissão do Brasil.



No segmento de distribuição a função principal consiste em transportar a eletricidade do sistema de transmissão para os consumidores finais, porém este não é o único processo das distribuidoras porque elas são o final da cadeia do negócio do setor, assim, geralmente, são associadas aos serviços operacionais para os clientes como a medição, o faturamento e as vendas do varejo. A distribuição compõe o sistema de transporte junto a transmissão, porém os sistemas são organizados separadamente: transmissão trabalha com a geração em alta tensão e a distribuição com o consumidor em baixa tensão, valores abaixo de 203 kV segundo a ANEEL. Como o fluxo é unidirecional e no momento que chega as redes locais já é tarde para analisar a produção e a demanda, o processo físico das empresas é manter as redes em boas condições e adicionar novas infraestruturas para novas localizações de acordo com a necessidade da população (Hunt, 2002).

No Brasil, a distribuição é um monopólio natural regulado em que as companhias devem celebrar contratos de concessão com a ANEEL estabelecendo a qualidade e continuidade do serviço seguindo o sistema preço-teto de remuneração, no qual o órgão regulador estabelece as tarifas máximas que cada empresa pode cobrar. Além disso, atualmente as distribuidoras são responsáveis pela comercialização da energia fornecida aos clientes com consumo inferior a 2 MW (CPFL, 2014). De acordo com a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), o setor privado é responsável pelo transporte de 60% da energia consumida no país, havendo mais de 85 milhões de Unidades Consumidoras atendidas, termo definido como o conjunto de instalação e equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia em um só ponto correspondente a um único consumidor, além disso, em 2019, 85% das Unidades Consumidoras foram residenciais. A distribuidora CEMIG é responsável por distribuir 10% do consumo de energia do país, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Top 10 de empresas de distribuição por consumo.

	Distribuidora	Consumo (GWh)	Brasil (%)
1ª	CEMIG	51.941	10,8
2ª	ENEL SP	43.306	9,0
3ª	CPFL PAULISTA	30.322	6,3
4ª	COPELDISTRIB	29.799	6,2
5ª	CELESC	25.611	5,3
6ª	LIGHT	24.772	5,1
7ª	COELBA	21.232	4,4
8ª	RGE	19.767	4,1
9ª	ELEKTRO	17.687	3,7
10ª	BANDEIRANTE	15.081	3,1

Fonte: EPE, 2020.

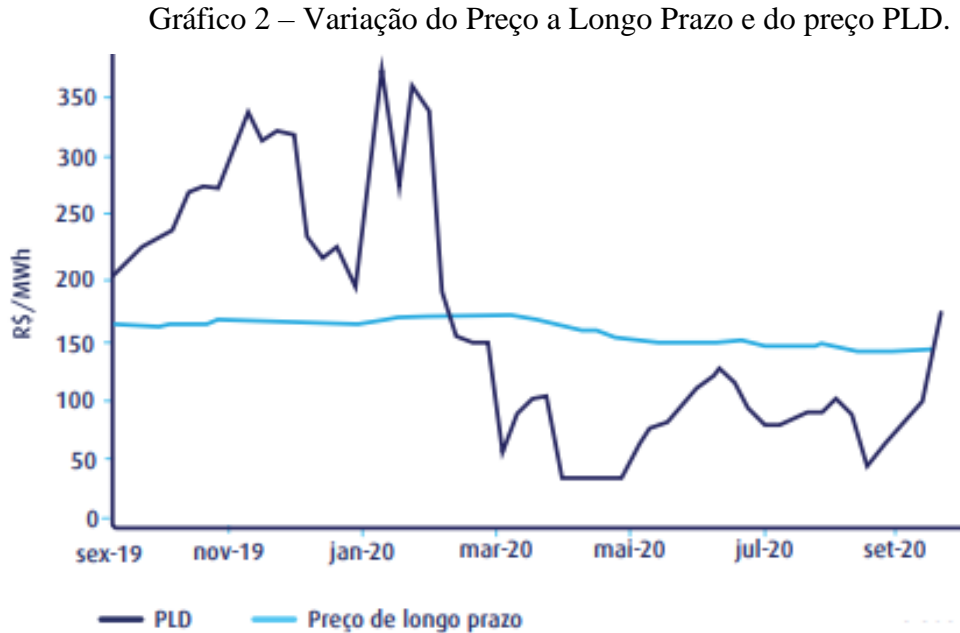
Assim a geração, a transmissão e a distribuição são baseadas em operações físicas, sobrando as intangíveis como o varejo e o atacado, ou seja, as operações comerciais, onde o varejo se refere a venda aos consumidores finais e envolve processos como aquisição, precificação e venda de energia, enquanto o atacado é a venda para o restante de compradores no mercado (Hunt, 2002).

Atualmente no Brasil, há dois ambientes de negociação que começou a partir de 2004: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). O ACR segue o modelo de leilão realizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) com o objetivo de alcançar a modicidade tarifária, ou seja, as tarifas de consumo são fixadas pela ANEEL e não podem ser negociadas; as geradoras e distribuidoras participam do ambiente para realizar a contratação de energia para os clientes que consomem menos de 500 kW, clientes que representam a maior parte do país e englobam os consumidores residenciais, a maioria do comércio, pequenas indústrias e consumidores rurais. Enquanto que no ACL há dois tipos de clientes: os consumidores livres, aqueles que possuem no mínimo 2 MW de demanda contratada, seguindo a mudança advinda da Portaria 514/2018 do Ministério de Minas e Energia, e, assim, podem contratar energia proveniente de qualquer fornecedor e de qualquer fonte de geração, e os consumidores especiais, aqueles que possuem consumo entre 500 kW e 2 MW e podem contratar de fornecedores com energia proveniente de usinas eólicas, solares, biomassa e centrais hidrelétricas com potência inferior a 50 MW (ABRACEEL, c2019).

O segmento de comercialização no Brasil atua no Ambiente de Comercialização Livre. Como as geradoras buscam maximizar o volume vendido, maximizar o preço, garantir a venda conforme a produção, formar contratos de longo prazo para lastrear financiamentos e fugir das oscilações dos preços no curto prazo, e os clientes buscam minimizar os preços de compra, formar contratos de prazos menores e segurança na contratação e no atendimento, as comercializadoras, segundo a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL), devem atuar conduzindo as contratações, reduzindo os custos de transação, viabilizando o preço de equilíbrio e o rateio de sobras ou déficits, assumindo o risco de crédito do cliente e o risco de performance do fornecedor e oferecem liquidez ao mercado. Além disso, costumam ser as companhias a desenvolver novos serviços e produtos trazendo modernização ao mercado da commodities.

Quando comparado os preços de energia dos dois ambientes no Brasil em 2020, há uma redução de 47% no preço do mercado livre comparado as tarifas médias das distribuidoras, ademais os valores no ambiente livre podem seguir duas categorias de contratação: Preço de Longo Prazo, que consiste em 67% dos contratos ativos em 2020 e possui mais estabilidade no

valor, e o preço do Mercado de Curto Prazo (PLD), consiste nos 33% restantes, como mostra o Gráfico 2 (ABRACEEL, 2020).



Fonte: Boletim de Energia Livre da ABRACEEL, out. de 2020.

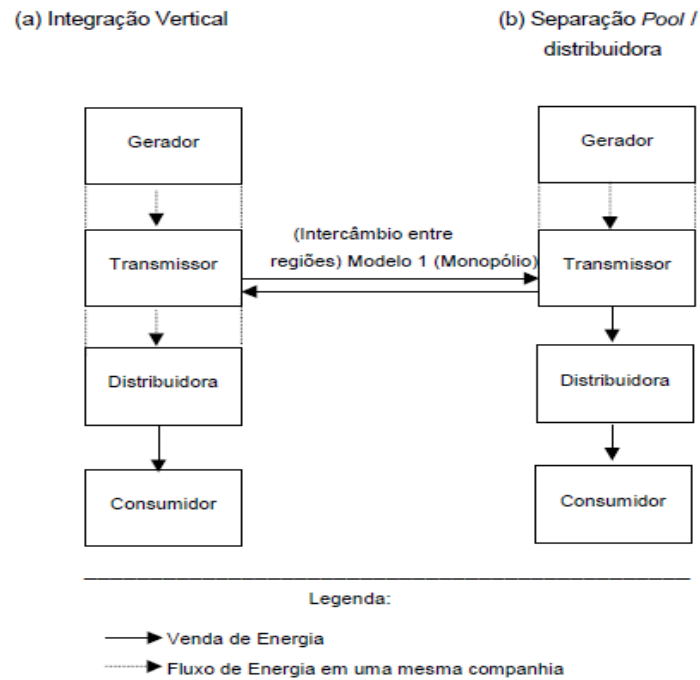
No Brasil, há, em 2020, 379 comercializadoras negociando com mais de 8 mil clientes, sendo 12% referente aos clientes livres, com um aumento de 22% em relação ao ano de 2019. Além disso, 33% do consumo de energia do país e 86% do consumo do segmento industrial ocorre no ACL, em que 31% desse consumo provém de fontes renováveis como eólica e solar (ABRACEEL, 2020).

O setor de energia pode ser estruturado de diferentes maneiras, desde um monopólio total onde não há competição e controlado pelo governo do país, até o mercado liberalizado com diversas empresas privadas competindo por *marketshare*. O autor SALLY HUNT (2002) define e descreve quatro modelos estruturais básicos para a indústria de energia elétrica diferenciadas pelo nível de monopólio, ou seja, diferenciadas pela variação do grau de competição e de liberdade de escolha em todos os níveis do setor.

O primeiro modelo consiste em um Monopólio Verticalmente Integrado, nele não há competição em qualquer nível e todas as funções na indústria são reguladas e agrupadas, normalmente por uma empresa estatal. Assim, uma companhia detém todos os direitos e obrigações de gerar a energia e realizar a transmissão para as regiões e cidades, podendo também deter os direitos de distribuição, porém nessa primeira estrutura não há a obrigação da distribuição de todo o país ser realizada por essa mesma empresa (Figura 4). Esse modelo

consiste normalmente na primeira estruturação do setor elétrico adotada em diversos países do mundo, a Rússia, por exemplo, possuía um monopólio verticalmente integrado, a RAO UES, herdada da União Soviética até 2002, ano em que iniciou reformas profundas com diversas privatizações (CPFL, 2014).

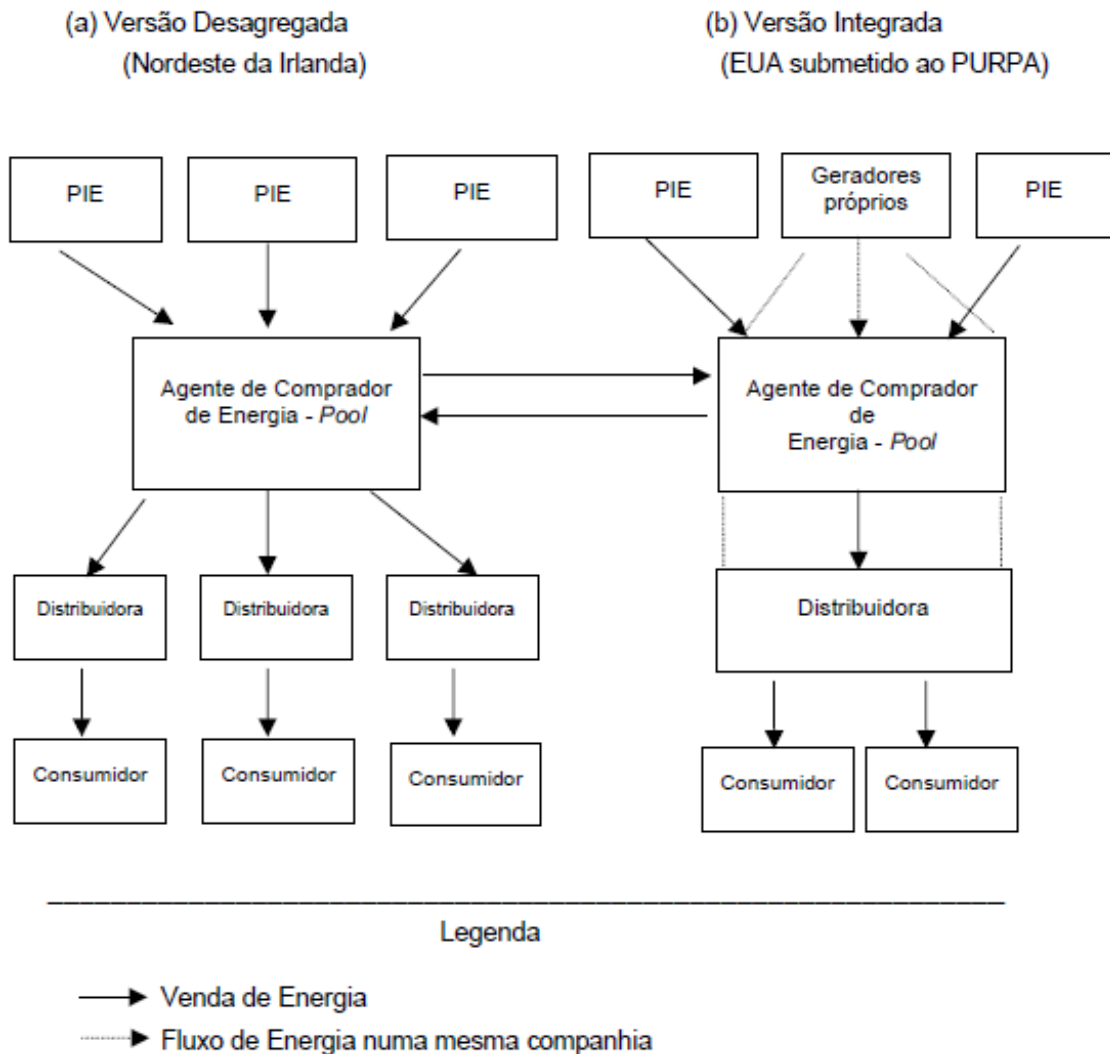
Figura 4 - Modelo 1: Monopólio Verticalmente Integrado.



Fonte: DE PAULA MENEZES BANDEIRA; FAUSTO, 2003, p. 6.

O segundo modelo pode ser definido como Comprador Único que consiste em uma forma limitada de competição. Nessa estrutura é possível haver produtores independentes ou *independent power producers* (IPPs), porém as geradoras podem vender exclusivamente para um único comprador, a empresa monopolista. Ou seja, no segundo modelo há competição apenas para construir e operar usinas e instalações, pois é permitido vender somente sobre preços regularizados em contratos de longo prazo para a companhia controladora das linhas de transmissão e, dependendo da estrutura do país, das linhas de distribuição (Figura 5).

Figura 5 – Modelo 2: Operador único.



Fonte: DE PAULA MENEZES BANDEIRA; FAUSTO, 2003, p. 7.

O modelo é utilizado normalmente como um primeiro passo para a liberalização e como uma maneira de atrair investimento de capital privado, como foi no caso da China em que na década de 1990 uma série de regulações foram promulgadas com foco em atrair o investimento estrangeiro e de agentes privados na geração de energia elétrica, enquanto a transmissão, distribuição e comercialização continuaram controladas e operadas pelo governo chinês por meio das companhias State Grid Company e Southern Power Grid Company (Figura 6), não havendo separação entre atividades de rede, mas sim uma separação geográfica entre as empresas (CPFL, 2014).

Figura 6 – Atuação das empresas de rede na China.



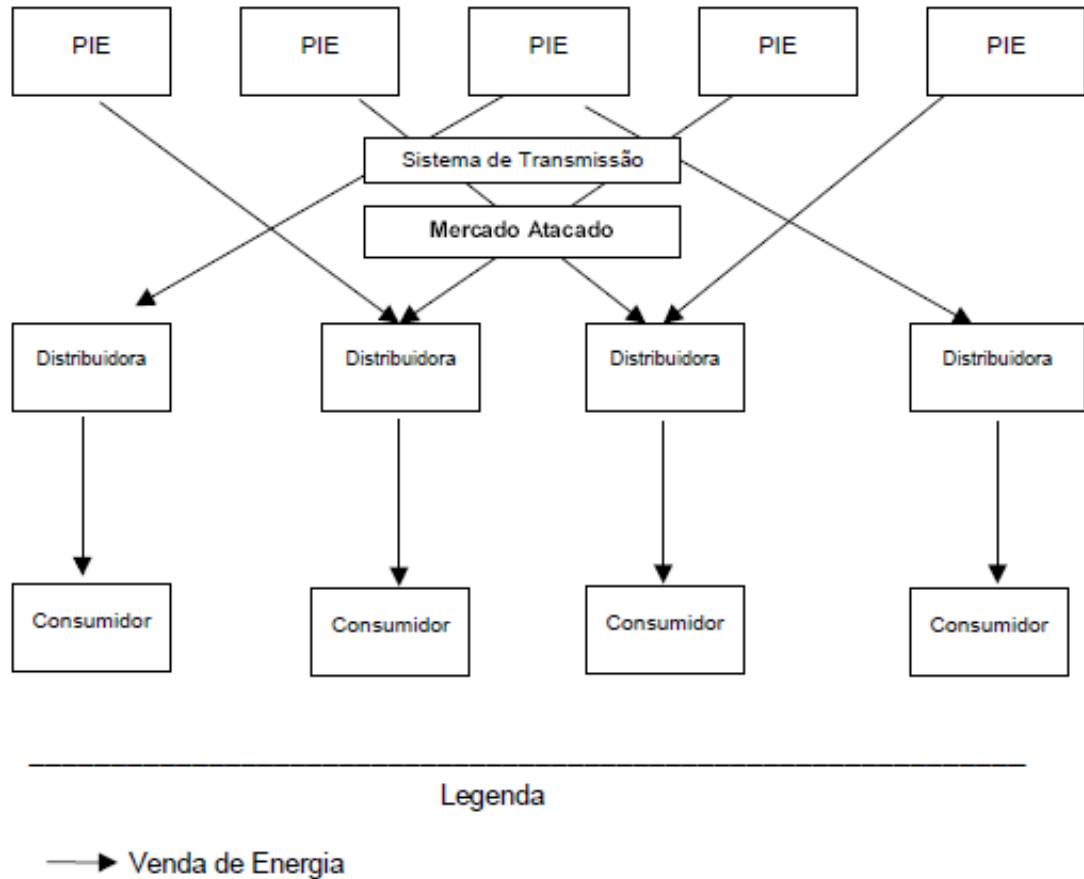
Fonte: SGT Research, 2012.

O terceiro modelo pode ser definido como Competição Atacadista. Nessa estrutura o nível de geração do setor elétrico é completamente competitivo visto que todas as distribuidoras se tornam compradoras de energia. Podemos destacar para o modelo como principais características: A compra de energia é realizada completamente no mercado por atacado competitivo, todas as geradoras são desregulamentadas e vendem nesse mesmo mercado e é permitido a existência de comercializadores (Figura 7).

Nesse estágio do setor energético pode haver a separação entre os consumidores finais em dois grupos: grandes consumidores e pequenos consumidores. Eles são categorizados normalmente a partir da quantidade, que varia de país para país, de watts consumidos mensalmente. Assim as companhias distribuidoras são responsáveis por comprar e transportar a energia para os pequenos consumidores sendo cobrado uma tarifa definida e regulamentada, caracterizando um monopólio no nível, enquanto os demais podem comprar diretamente no mercado por atacado. A divisão entre os consumidores foi desenvolvida com um único intuito: aumentar a quantidade de compradores no setor visto que dessa maneira é possível obter os benefícios máximos de um setor competitivo: a queda dos preços devido à concorrência. Caso não haja compradores suficientes, as geradoras são obrigadas a venderem sob contratos de

longo prazo para trazerem os poucos clientes disponíveis, levando a estrutura do setor mais próxima ao modelo dois – Comprador Único.

Figura 7 – Modelo 3: Competição por atacado.



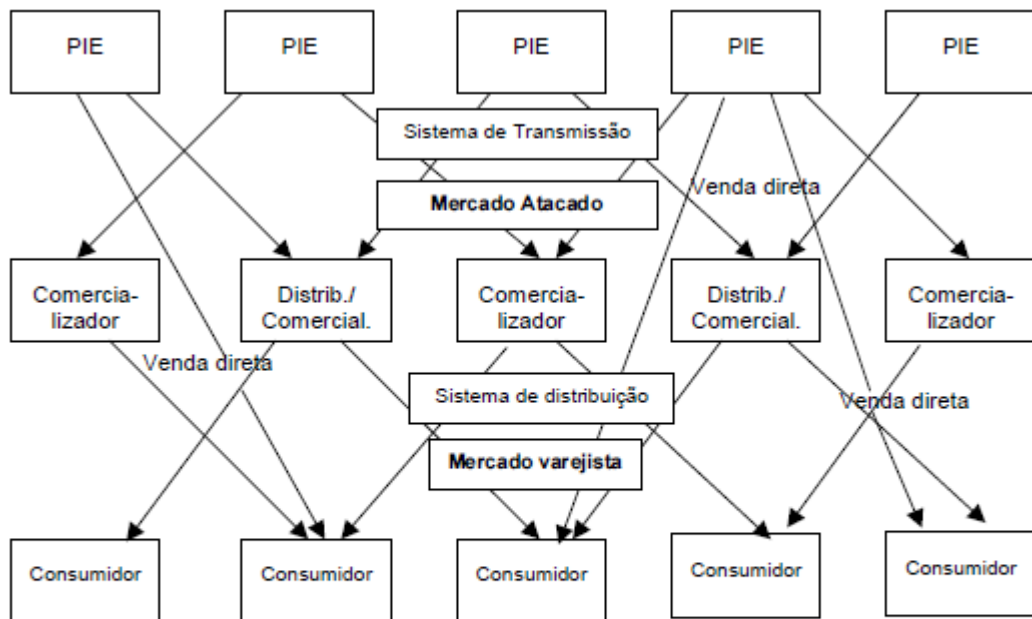
Fonte: DE PAULA MENEZES BANDEIRA; FAUSTO, 2003, p. 8.

Na década de 1990, o setor elétrico brasileiro passou por profundas reformas por meio da desverticalização nos segmentos de distribuição, geração, transmissão e comercialização, permitindo introduzir a concorrência para a geração e comercialização, enquanto foi mantido o monopólio para a transmissão e distribuição regulados pelo Estado, assim as reformas realizadas inseriram o Brasil no terceiro modelo proposto pelo autor SALLY HUNT (2002). Atualmente, há a divisão entre os consumidores, sendo que aqueles que consomem mais de dois MW podem optar por uma comercializadora de energia, o restante são consumidores cativos das distribuidoras (CPFL, 2014).

O quarto modelo é caracterizado pela Competição no Varejo. A principal diferença com o modelo anterior consiste na livre escolha do fornecedor de energia para todos os clientes, inclusive os pequenos consumidores (Figura 8). O modelo traz o benefício completo de um mercado competitivo ao permitir as companhias serem pressionadas a fornecerem preços

melhores. Os países da União Europeia são os melhores exemplos da utilização dessa estrutura de mercado. Cada país realizou a reforma em diferentes momentos e em diferentes velocidades, a Espanha, por exemplo, iniciou o processo de liberalização a partir da promulgação da Lei 54/1997 e com a Lei 24/2013 estabeleceu a obrigação da separação contábil e jurídica das atividades no setor definindo o setor da seguinte forma: a atividade de geração foi dividida em duas modalidades, um para aqueles que usam fontes renováveis, conhecido como regime especial, e outro para as demais fontes, conhecido como regime ordinário, visto que todos os geradores atuam em regime de livre concorrência dentro de cada modalidade; na atividade de transmissão, um único operador é responsável por manter, ampliar e operar a rede no país; na distribuição, as companhias são responsáveis por manter e expandir a rede garantindo o fornecimento do serviço de transporte para o consumidor final; na comercialização, todos os agentes com acesso à rede de distribuição realizam a venda de energia aos consumidores, havendo a divisão quanto ao tipo de cliente, aqueles que contratam por meio dos comercializadores e aqueles que contratam diretamente no mercado de produção (CPFL, 2014).

Figura 8 – Modelo 4: Competição por varejo.



Legenda

→ Venda de Energia

Fonte: DE PAULA MENEZES BANDEIRA; FAUSTO, 2003, p. 9.

O país que busca alterar a estrutura do setor elétrico buscando o processo de liberalização necessita que o mercado passe a possuir as seguintes características definidas pelo autor Joskow (2008):

- Os monopólios devem passar pelo processo de privatização com a finalidade de criar maiores restrições orçamentárias e obter um alto potencial para melhorar o desempenho evitando os altos custos gerados pelo uso político das companhias;
- Separação vertical da cadeia produtiva de forma estrutural, ou seja, com a venda de ativos, e de forma funcional, ou seja, com a separação dos recursos financeiros dos segmentos. Há a necessidade de desverticalização para proteger as empresas dos possíveis subsídios cruzados, para impedir a empresa a transferir custos para as atividades reguladas;
- É indispensável que as linhas de transmissão sejam disponibilizadas indiscriminadamente para o uso, garantindo o livre acesso para todos os usuários;
- As redes de distribuição passam de monopolista na comercialização para prestadora do serviço de transporte do fluxo de energia para os consumidores finais, devendo haver também o livre acesso das linhas;
- Expansão horizontal do segmento de geração com a finalidade de criar a quantidade adequada de competidores para mitigar o poder de mercado e assegurar que seja praticado preços justos;
- Para aumentar o benefício da livre escolha por parte dos clientes deve haver um desenvolvimento de instituições ativas no ‘lado da demanda’ permitindo a reação dos consumidores a variações nos preços;
- Transparência no valor referente ao serviço de transporte das transmissoras e das distribuidoras e referente ao da oferta de energia;
- Criação de agências regulatórias independentes que regulem de forma eficaz os preços cobrados pelas distribuidoras e transmissoras por meio do uso de informações sobre custos, qualidade e desempenho;

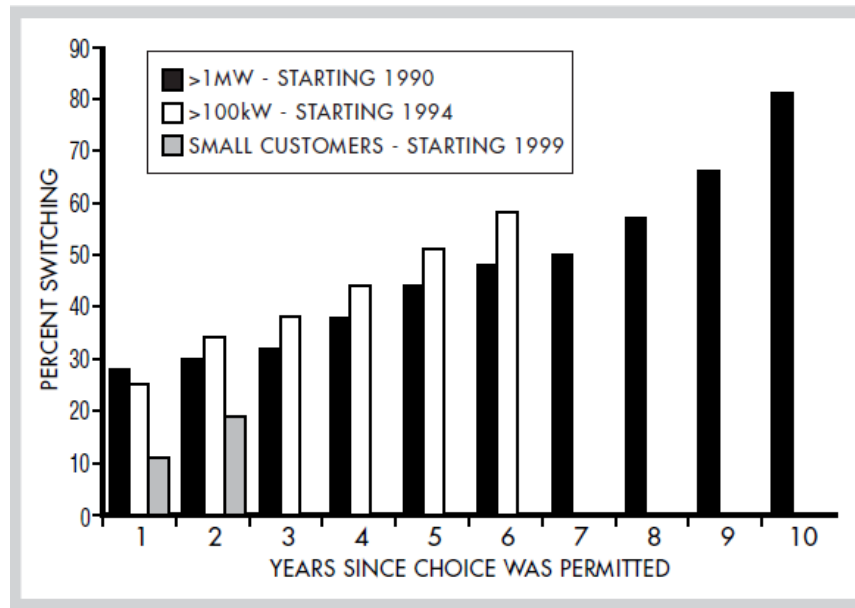
Aplicando as características, o setor passa a ter riscos menores e mais diluídos, pois no modelo monopolista, o risco fica concentrado apenas nos consumidores e nos contribuintes, mas com o aumento do número de agentes privados em cada segmento os riscos passam a ser compartilhados entre os agentes privados e seus investimentos, além dos consumidores e contribuintes (Bandeira, 2003).

Além disso, os reguladores precisam confiar no mercado para produzir os melhores resultados e não tentem continuar com proteções, principalmente para os pequenos consumidores (Hunt, 2002). Por isso, os subsídios cruzados que tiveram papel dominante na construção e no desenvolvimento do mercado elétrico devem ser removidos para garantir que os preços realmente reflitam os custos de oportunidade da energia ofertada (Oliveira, 2015).

O mercado liberalizado, alcançando a universalização do acesso ao suprimento de energia, é possível alcançar ganhos de eficiência econômica mediante a otimização do uso da capacidade já instalada e da gestão de riscos alinhada com as condições de financiamento vigente no mercado de capitais, a minimização dos custos, a melhoria da produtividade, a impulsão em relação a inovação, ao desenvolvimento de produtos diversificados, a melhor alocação de recursos e a melhores decisões sobre investimentos realizados pelas companhias. As vantagens são obtidas devido à pressão do poder de escolha do cliente final sobre toda a cadeia produtiva, uma pressão que não pode ser replicada por meio da regulação, método utilizado nos países com menor grau de liberalização, dado que ao inserir o poder de barganha do cliente, mesmo que esse poder nunca seja essencialmente utilizado, afeta, direta ou indiretamente, no preço estrutural, na diversidade de produtos e no serviço prestado (Tripathy, 2012).

No Reino Unido, a reforma para transacionar o setor para a liberalização foi realizada em três diferentes momentos, em 1990, em 1994 e em 1999 com a adesão dos consumidores que consomem mais de um megawatt, que consomem mais de cem kilowatts e os demais consumidores, respectivamente. Não havendo um incentivo especial para que os clientes aderissem ao novo sistema, além de não ser considerado o número de adesões como um indicador para medir a eficiência da reforma, tornando a transação em um movimento mais natural e permitindo o mercado se moldar e se consolidar. Para os grupos que consomem mais de um megawatts e os que consomem mais de cem kilowatts, após seis anos da inclusão do mercado livre, cerca de 60% haviam aderido ao novo sistema, como mostra o Gráfico 3 (Hunt, 2002).

Gráfico 3 – Taxa de adesão ao longo do tempo.



Fonte: OFGEM, 2010.

Em 2014, Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets) apontou que o mercado residencial poderia ser explorado de maneira mais eficiente do que vinha acontecendo no país. Apesar das novas entradas e de alguns consumidores estarem se beneficiando dos preços e serviços dinâmicos e inovadores, o benefício poderia ser maior, caso os consumidores se engajassem mais já que apenas 40% dos consumidores do Reino Unido compravam no melhor preço possível, ou seja, 60% dos clientes mantinham a tarifa variável padrão (IEA, 2019).

4 SETOR DE ENERGIA NO BRASIL

A exploração da eletricidade começou no século XIX por meio da iniciativa privada e sem nenhuma regulação por parte do governo, assim o mercado foi dominado pelo Grupo Light de origem canadense e pela American Foreign Power Company que incorporavam outras concessionárias até 1934 quando iniciou a regulamentação do setor. Porém com o domínio inicial das duas empresas, até mesmo em 1950 cerca de 8% da capacidade instalada no Sudeste, centro financeiro do país, era de propriedade das duas gigantes (Walvis & Gonçalves, 2014).

No governo de Getúlio Vargas, o Estado iniciou a sua atuação na geração, transmissão e distribuição de energia devido a política nacionalista empregada no período, porém até a década de 1970 o capital internacional ainda controlava a distribuição no centro industrial do país, São Paulo e Rio de Janeiro. O primeiro passo do governo para iniciar a participação no setor com o Código das Águas editado em 1934 e regulamentado em 1957, o qual ampliou o domínio público sobre as águas do país e a regulamentação das hidrelétricas, além disso passaram a fornecer concessões temporárias para empresas brasileiras ou organizadas no país devido à falta de recursos para investimento por parte do governo, os quais, após a finalização do contrato, os ativos seriam transferidos para o Estado. Além disso, foi implantada a metodologia “serviço pelo custo” para as tarifas empregadas no setor, em que o custo da prestação integral do serviço era ressarcido, além da depreciação e a remuneração líquida de 10% (Bezerra, 2013).

Entre as décadas de 1940 e 1950, surgiram diversas empresas estatais como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Companhias estatais no Brasil.

Ano	Empresa
1943	Companhia Estadual de Energia Elétrica - CEEE
1945	Empresa Fluminense de Energia Elétrica - EFE
1952	Centrais Elétricas de Minas Gerais - CEMIG
1953	Usinas Elétricas do Paranapanema - USELPA
1955	Companhia Hidrelétrica do Rio Pardo - CHERP
1961	Centrais Elétricas de Urubupungá - CELUSA
1962	Bandeirantes de Eletricidade - BELGA
1964	Companhia de Melhoramentos da Paraíba - COMEPA (*)
1966	Centrais Elétricas de São Paulo - CESP (**)
1954	Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL
1955	Centrais Elétricas de Santa Catarina - CELESC
1956	Espírito Santo Centrais Elétricas S/A - ESCELSA
1955	Centrais Elétricas de Goiás - CELG
1956	Companhia de Eletricidade do Amapá - CEA
1958	Centrais Elétricas do Mato Grosso - CEMAT
1959	Centrais Elétricas do Maranhão - CEMAR
1960	Cia de Eletricidade da Bahia - COELBA
1960	Empresa Distribuidora de Energia do Sergipe - ENERGIZE
1960	Companhia de Eletricidade de Alagoas - CEAL
1961	Centrais Elétricas do Piauí - CEPISA
1962	Cia de Serviços Elétricos do Rio Grande do Norte - COSERN
1962	Companhia de Eletricidade de Pernambuco - CELPE

Fonte: Walvis & Gonçalves, 2014, p. 23.

A principal razão, além da política nacionalista, foi para atender à crescente demanda e para compensar a queda nos investimentos privados ocorridos após o Código das Águas, surgindo empresas como a Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG) e a Centrais Elétricas de São Paulo (CESP), companhias que continuam em operação em 2020.

Com a construção de grandes usinas hidrelétricas, a necessidade de criação de grandes sistemas interligados de transmissão e a política econômica praticada a partir da década de 50 pautada na substituição de importações, a melhor opção de estrutura para o setor do país era a centralização do sistema e dos investimentos e a cooperação entre empresas para compartilhar custos, assim foram criados monopólios regionais de distribuição e o Fundo Federal de Eletrificação (FFE) para financiamento do setor constituído pelo Imposto Único sobre a energia elétrica que era dividida em 40% para a União, destinada ao financiamento de projetos prioritários, e 60% para os estados e municípios, destinado ao financiamento das empresas e à expansão do sistema.

Em 1961, foi criada a Eletrobrás que funcionaria como uma holding para a maioria das empresas federais de geração e transmissão, além de receber o controle da FFE, permitindo atuar como banco de desenvolvimento, e a direção de comitês de controle do fluxo de águas e comitês de definição de investimentos a partir da projeção da demanda. Em 1965, foi criada a agência regulatória chamada de Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), responsável pelas concessões no setor, por fixar tarifas e controlar as contas das empresas, papel que desempenhou até 1977.

Antes dos anos 1970, o setor vinha bem com o crescimento do sistema e a adequação a demanda, porém o quadro começou a se reverter no início da década de 70, principalmente por causa do choque do petróleo em 1973, em que a política de contenção das tarifas e os investimentos caros realizados no setor fizeram com que as empresas passassem a recorrer a empréstimos para manter esses investimentos em andamento, além disso, em 1979, com propósito de conter o desequilíbrio no balanço de pagamentos, o governo promoveu a desvalorização da moeda nacional agravando a situação do setor devido ao alto endividamento em moeda estrangeira. Em 1977 foi elaborado o primeiro plano nacional de energia, o Plano 92 com o objetivo de proporcionar diretrizes econômicas e técnicas para a Eletrobrás sendo o primeiro plano com uma visão integrada entre regiões do país. Já o Plano 95, que obteve subsídios do Plano 92, elaborado em 1979 foi o primeiro plano de expansão territorial e com dados mais precisos, assim, no final da década, o mercado de energia estava quase totalmente estatizado (Seger et al., 2015).

No início da 1990, o modelo centralizado ainda estava sendo aplicado no Brasil, porém os problemas como a crise financeira da União e dos estados, a má gestão das empresas e a inadequação do regime regulatório, surgiu a necessidade de alterar a estrutura do setor que se iniciou com a Lei n. 8.031/1990, o Programa Nacional de Desestatização que autorizava a transferência à iniciativa privada de processos explorados indevidamente, e com a Lei n. 8.631 de 1993, que classifica as tarifas em suprimento (cobrada pelo fornecedor ao distribuidor) e em fornecimento (cobrada pelo distribuidor ao cliente), extinguindo a equalização tarifária. Além disso, o Decreto n 1.009 criou o Sistema Nacional de Transmissão Elétrica (SINTREL) que tinha como objetivo abrir as linhas de transmissão para livre acesso das geradoras (Walvis & Gonçalves, 2014).

Porém apenas no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso foi proposto mudanças que iniciou as reais reformas no setor seguindo as recomendações do projeto da consultoria inglesa Coopers & Lybrand contratada pelo governo devido à experiência com reformas na Inglaterra, Portugal, Colômbia, entre outros (Florezi, 2009), por meio das Leis n. 8.987/1995 e n. 9.074/1995 que definiram a base da primeira reforma como: licitação de novos potenciais hídricos visando a competição; livre acesso à rede de transmissão; divisão dos clientes em livres e cativos, em que clientes com consumo superior a 10 MW e carga superior a 69 kV podiam ser categorizados como livres; regulação por teto tarifário. Com isso, houve a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) para estabelecer um preço que reflete a variação de oferta e demanda servindo como base para contratos bilaterais de longo prazo e contratos multilaterais entre geradores e comercializadores, sendo que o funcionamento do MAE ocorreria de maneira centralizada pelo operador nacional do sistema (ONS) permitindo a análise de todo o fluxo de energia, tanto a contratada previamente quanto da liquidada em tempo real no MAE, além disso todos os geradores com capacidade superior a 50 MW e todos os comercializadores com carga superior a 100 GWh anual teriam que participar obrigatoriamente no MAE (Amaral, 2014). Com as reformas, se iniciou as privatizações no setor como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Companhias privatizadas do setor elétrico.

Nome	Data de Privatização	Área de Serviço/Localização	Comprador	Preço (R\$ Milhões)	% Vendida	Ágio (%)
ESCELSA	12-jul-95	ES	IVEN S. A , GTD Participações	385,0	50	11,78
LIGHT	21-mai-96	RJ	AES; Houston; EdF; CSN.	2.230,0	51	0
CERJ (AMPLA)	20-nov-96	RJ	Endesa(Sp); Enersis; Ed Port.	605,3	70,26	30,27
COELBA	31-jul-97	BA	Iberdrola; BrasilCap; Previ; BBDTVM	1.730,9	65,64	77,38
AES SUL	21-out-97	RS	AES	1.510,0	90,91	93,56
RGE	21-out-97	RS	CEA; VBC ; Previ	1.635,0	90,75	82,7
CPFL	05-nov-97	SP	VBC ; Previ; Fundação CESP	3.015,0	57,6	70,1
ENERSUL	19-nov-97	MS	Escelsa	625,6	76,56	83,79
CEMAT	27-nov-97	MT	Grupo Rede; Inepar	391,5	85,1	21,09
ENERGIPE	03-dez-97	SE	Cataguazes; Uptick	577,1	85,73	96,05
COSERN	11-dez-97	RN	Coelba; Guaraniã; Uptick	676,4	77,92	73,6
COELCE	02-abr-98	CE	Consócio Distriluz (Enersis Chilectra, Endesa, Cerj)	867,7	82,69	27,2
ELETROPAULO	15-abr-98	SP	Consórcio Lightgás	2.026,0	74,88	0
CELPA	09-jul-98	PA	QMRA Participações S. A. (Grupo Rede e Inepar)	450,3	54,98	0
ELEKTRO	16-jul-98	SP / MS	Grupo Enron Internacional	1.479,0	46,6	98,94

Fonte: Walvis & Gonçalves, 2014, p. 31.

O movimento permitiu que o setor começasse a se moldar em um modelo descentralizado e funcional antes mesmo da criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1996, o novo órgão regulador, fiscalizador e detentor do poder concedente com as seguintes responsabilidades: promover as licitações de concessionárias para geração, transmissão e distribuição; celebrar e gerir contratos de serviços públicos do setor; regular as tarifas; definir condições gerais de acesso e uso dos sistemas de transmissão e de distribuição; estabelecer limites para impedir criação de cartéis e permitir a entrada de novos agentes. Em 1999, a Eletrobrás realizou um estudo e projetou a necessidade de 85 GW de capacidade instalada para atender a demanda da população até 2003, porém devido ao atraso de novos projetos, tornou-se inevitável em 2001 a implantação do racionamento de energia e a necessidade de criação da Câmara de Gestão de Crise de Energia Elétrica (GCE) que deveria propor ações para enfretamento de crise e promover o engajamento do governo. A insuficiência e o atraso de obras adicionais de geração ocorridas devido à, principalmente, falta de recursos

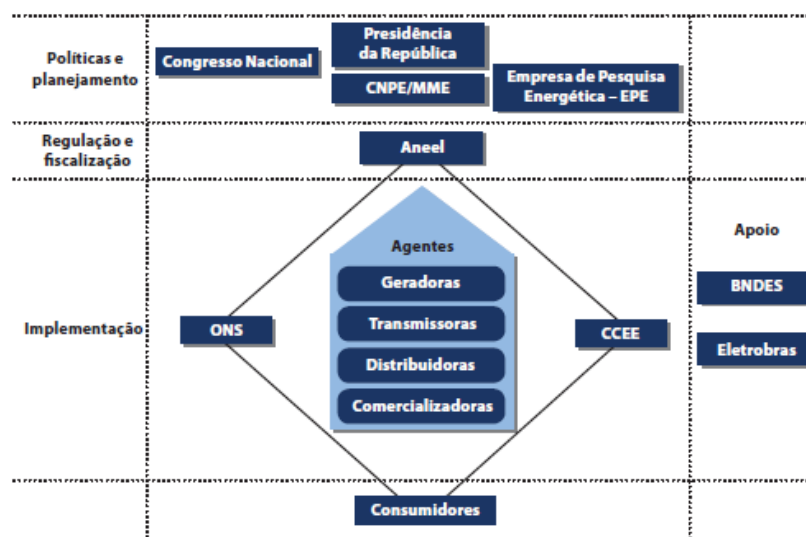
do governo e a interrupção das privatizações após o acordo com o FMI que limitou os investimentos públicos afetou a maioria das geradoras (72% continuava nas mãos do governo) resultou na incapacidade de fazer a oferta acompanhar a demanda crescente gerando a crise de energia no país (Walvis & Gonçalves, 2014).

A partir da constatação do esgotamento da capacidade de investimento estatal, foi iniciado o desenvolvimento e a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico em 2003 durante o governo do presidente Luis Inácio Lula da Silva com três objetivos principais e medidas estabelecidas para atingi-las:

- I. Garantir a segurança do fornecimento: constituição de uma reserva de segurança do sistema capaz de garantir a maior segurança ao menor custo possível; exigência da contratação de 100% da demanda; contratação da energia com antecedência de três a cinco anos; criação do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico;
- II. Garantir a modicidade tarifária e a alocação eficiente de recursos: Definição de dois ambientes de contratação, um regulado o outro livre; estabelecimento de contratações conjuntas de fornecimento de longo prazo; acesso do autoprodutor, produtor independente e do grande consumidor aos empreendimentos mais eficientes; competição na geração; desverticalização da distribuição;
- III. Promover a inserção social no setor;

Por fim, foi criada algumas instituições e foi reestabelecidas as atribuições dos agentes, definindo a estrutura institucional mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Estrutura institucional do setor de energia no Brasil.



Fonte: Seger et al., 2015, p. 16.

Entre os agentes criados se destacam alguns como:

- I. Empresa de Pesquisa Energética (EPE): tem por finalidade prestar serviços na área de estudo e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor principalmente com relação a matriz e recursos energéticos.
- II. Comitê de Monitoramento de Energia (CMSE): tem por finalidade acompanhar e avaliar a continuidade e segurança do fornecimento em todo o território nacional.
- III. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE): tem por finalidade exercer as funções de contabilização e liquidação nos dois ambientes de contratação viabilizando a comercialização de energia por meio de leilões públicos.

Assim, foi definido a estrutura atual no Brasil, um sistema predominantemente hidrotérmico e majoritariamente interligado por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN) com existência de quatro sistemas isolados. A operação do sistema é realizada por parte do Operador Nacional do Sistema (ONS) visando a segurança do suprimento de eletricidade pelo menor custo possível. O arranjo comercial é composto por dois ambientes: o regulado (ACR) e o livre (ACL); já a regulação tarifária segue o modelo “preço-teto incentivado” com revisões periódicas definidas pela ANEEL (Seger et al., 2015).

Em 2020, uma nova alteração no modelo do setor no Brasil foi sugerida, recebendo apoio no senado, alteração que permite que a liberalização finalmente seja aplicada no país, seguindo o caminho de outros como Inglaterra, Portugal e Espanha.

A primeira versão do Código Brasileiro de Energia Elétrica tem como pretensão organizar, atualizar e modernizar a legislação atual ao contar com alterações nas regras para a geração distribuída, nos leilões de energia e a liberalização do setor.

De acordo com o relator do novo código Lafayette de Andrada, em entrevista ao site EPBR, o projeto visa a criação de um portfólio na comercialização de energia para que a competição passe a ser por tipo de fonte geradora nos leilões visto que cada matriz possui suas vantagens e desvantagens, forçando a competição positiva entre apenas fontes com custos e disponibilidades similares. Com relação à geração distribuída, o código prevê novas regras de tributação como a garantia de pagamento sobre o uso de infraestrutura das distribuidoras.

A liberalização do mercado já tramitava no Senado desde 2016 com a apresentação do Projeto de Lei do Senado número 232 (PSL 232) pelo senador Cássio Cunha Lima, o qual propunha a modificação do modelo comercial, das concessões de geração de energia e da portabilidade de contas de luz (Senado Federal, N/A). O projeto busca a abertura total do

mercado livre para que todos os consumidores, independentemente do consumo, possam ter liberdade para escolher o fornecedor de energia, tornando necessário o compartilhamento entre as distribuidoras dos custos da migração do cliente para o mercado livre, como cita o Artigo 16 do PSL 232:

Art. 16. A partir de 1º de janeiro de 2017, ficam revogados os artigos 15 e 16 da Lei n. 9.074, de 7 de julho de 1995, passando, a partir de tal data, a serem fixados por esta Lei os critérios para que os consumidores realizem a opção por contratar seu fornecimento, no todo ou em parte, com qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN.

A opção de adesão ao mercado liberalizado é determinada no projeto de lei por categorias de clientes baseado no consumo de energia em diferentes períodos, sendo finalizado no Artigo 19:

Art. 19. A partir de 1º de janeiro de 2023, os consumidores responsáveis por unidades consumidoras enquadradas no Grupo B poderão contratar seu fornecimento, no todo ou em parte, com qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional – SIN.

Em 2020, o PSL 232 foi atualizado pelo senador Marcos Rogério, determinando o prazo de quarenta e dois meses após a sanção da lei para a permissão da adesão do mercado livre para todos os consumidores, e incorporada ao novo código, aprovada na comissão de Infraestrutura no Senado Federal em 3 de março de 2020 e entrou em fase de aprimoramento e sugestões até o dia 9 de outubro após a apresentação, ocorrida no dia 31 de julho, da primeira versão do Código Brasileiro de Energia Elétrica na Comissão Especial.

5 NOVOS MODELOS DE NEGÓCIOS EM PAÍSES LIBERALIZADOS

O setor de energia é peculiar e diferente dos outros setores do mercado, como o varejo, educação ou saúde, esse fato ocorre devido a três principais características: primeiro, o negócio do setor está centrado completamente em torno de uma commodities, em que o valor de intangíveis é sempre deixado de lado ou é sempre uma reflexão tardia das companhias; segundo, com o desenvolvimento das sociedades em torno da eletricidade, a energia passou a ser essencial no mundo todo e para todas as pessoas, inclusive no Brasil há uma Proposta de Emenda à Constituição, a PEC 44/2017, que busca tornar o acesso à energia elétrica um direito social, assim como educação, moradia, lazer, segurança, entre outros, para todos os brasileiros, ou seja, o acesso a eletricidade passa a ser uma obrigação do Estado e não apenas programas políticos; terceiro, a produção e distribuição do produto são protegidas por regulamentação dos governos devido, justamente, à necessidade de acesso para todas as pessoas e mercados, sendo que a rigidez da regulamentação depende do histórico do setor no país, por exemplo, países com dificuldades de geração e países que já passaram por crises de fornecimento costumam engessar mais o mercado para garantir que a demanda seja atendida e é exatamente esse fator que leva governos a aplicarem modelos menos liberalizados, dificultando o surgimento de concorrência e de novos modelos de negócios (Hamwi & Lizarralde, 2017).

Do ponto de vista das empresas, o modelo de negócio dominante consiste na captura de valor por meio da venda de Watts nos mercados já estabelecidos dependendo do aumento no consumo dos clientes para que as concessionárias aumentem suas receitas, além de que a regulamentação garante que a receita recebida cubra todos os custos fixos e variáveis (Hall & Roelich, 2016). Deste modo, as abordagens de crescimento tradicional das empresas foram baseadas na suposição de que a demanda por eletricidade continuaria a aumentar para sempre permitindo que as concessionárias sejam capazes de coletar as receitas que necessitam para pagar as despesas operacionais e dívidas, porém atualmente o ambiente de crescimento rápido desacelerou, além do surgimento de metas políticas e ambientais que influenciam diretamente no setor e o surgimento de tecnologias que permitem um fluxo bidirecional de energia em um sistema baseado no controle *top-down* de direcionamento de energia com a geração centralizada para atender uma demanda em qualquer ponto. Ou seja, o desafio simples de aumentar o consumo passou a ser o aumento de eficiência nos sistemas de forma a atingir metas ambientais e políticas, resolver questões de equidade para clientes de baixa renda e garantir a confiabilidade do sistema e da rede (Patel, 2020).

Em um mercado, engessado pela regulamentação e dominado pelo número reduzido de grandes empresas, que veem passando por mudanças fundamentais com a digitalização, a descarbonização, o surgimento de novas tecnologias, a conscientização ambiental, a necessidade de maior controle do consumo e a mudança no papel do consumidor descentralizando o setor, as novas empresas vêm buscando construir e aumentar suas posições no mercado ao desenvolver e oferecer novos modelos de negócios baseados no oferecimento de serviços, produtos e condições de fornecimento inovadores, na criação de novos ecossistemas e na formação de novas parcerias (Hamwi & Lizarralde, 2017). Há uma variedade de negócios emergentes que vão além do foco operacional ou da competência das companhias tradicionais como agregadores de resposta a demanda, provedores de serviços de energia comunitários, provedores de multisserviços (além dos relacionados à energia), prosumidores (consumidores proativos com geração distribuída), provedores de gestão de energia, entre outros. Assim, as concessionárias que agiam como principal e único ponto de conexão entre o consumidor e o sistema de energia estão vivenciando a mudança na estrutura com a perda do relacionamento direto com o cliente devido a empresas terceiras que escolhem fornecedores pelos clientes baseados em critérios pré-determinados como preço baixo ou recurso utilizado na geração e devido à perda de exclusividade dos dados dos clientes. Assim, uma das consequências do surgimento de novos modelos é que a estrutura vertical tradicional (atacado – rede – varejo) não é mais única no setor precisando conviver e concorrer com a estrutura horizontal (prosumidor – rede – prosumidor). Outro fator importante para as mudanças fundamentais na estrutura tradicional são os dados, pois, até alguns anos atrás, os dados eram de baixa qualidade e apenas disponíveis para os fornecedores de cada consumidor, não sendo compartilhados com terceiros ou até mesmo com os próprios clientes, o que não é mais realidade com a Inteligência Artificial e o *Big Data* (Poudineh, 2019).

Atualmente, os novos modelos estão encontrando diversas dificuldades e barreiras para se instalar, desenvolver e crescer, isso ocorre, pois, a estrutura atual na maior parte do mundo possui regras que impõem uma complexidade significativa, constringindo aqueles que desejam trazer novidades para o mercado já que muitas vezes essas empresas não conseguem se alinhar com os requisitos das licenças regulamentares de fornecimento tradicional por não possuírem o mesmo nível de recursos que as concessionárias, ou seja, há pouco espaço para o crescimento de companhias de pequena e média escala desincentivando os serviços locais focados na demanda e a adaptação dos processos para metas de eficiência energética. Além da regularização complexa, o modelo atual ser projetado unicamente para fornecer unidades baratas de energia para as residências e mercados mantendo um suprimento confiável pela

necessidade de atender a todos constantemente diminui a vontade das empresas em entregar novas propostas de valor aos clientes, ao sistema e à economia em geral (Hall & Roelich, 2016).

Porém com o avanço da liberalização do mercado permitindo a entrada livre de concorrência no setor, de tecnologias inovadoras em diversos domínios, como o armazenamento de energia, os medidores inteligentes, a energia renovável, o *blockchain*, a inteligência artificial, entre outros, e da necessidade e vontade do cliente em alterar sua papel no negócio é esperado que resulte em um ambiente de baixo custo de transação e com dados livres de qualidade que romperá com o arranjo atual do mercado de energia permitindo a consolidação dos modelos de negócios inovadores (Poudineh, 2019).

5.1. MODELOS DE NEGÓCIOS CENTRADOS NO PRODUTO CLIENTE-PROPRIETÁRIO

O modelo consiste em a empresa fornecer a possibilidade de aquisição e financiamento por parte do cliente de um sistema de energia, sendo que tanto a instalação quanto manutenção pode ser realizada tanto pela companhia quanto pelo consumidor. Atualmente, há duas diferenciações surgindo para o negócio em questão. Por um lado, o comprador pode adquirir tecnologias de energia renovável como as placas fotovoltaicas; por outro, o consumidor pode investir em dispositivos de gerenciamento de demanda, os quais consistem em produtos de eficiência energética e ferramentas de gerenciamento de energia, como os medidores inteligentes (Hamwi & Lizarralde, 2017).

Assim, há o Modelo de Prossumidores (produtor e consumidor). A criação de valor é baseada na micro geração de eletricidade e os serviços complementares que a acompanham, porém a responsabilidade pela implementação e manutenção pode ser tanto do consumidor quanto da companhia. As tecnologias de micro geração demandam um elevado valor de investimento inicial por parte dos clientes, além da manutenção periódica, do risco de baixa performance e do custo de transações de redes interconectadas, além disso a energia gerada pelo proprietário pode ser consumida ou pode ser fornecida à rede. Por fim, o modelo de receita do negócio é baseado no retorno a longo prazo do investimento (Hamwi & Lizarralde, 2017).

Segundo, há o Modelo de Gerenciamento de Demanda. A criação de valor é baseada em um método de ajustar a demanda do cliente por meio de dispositivos e ferramentas inteligentes. O objetivo principal é reduzir o consumo tanto por meio do aumento da eficiência quanto pela alteração do consumo de períodos de pico da rede para outros períodos do dia, mapeando a

demanda do cliente e os requisitos do operador da rede em tempo real, provendo um caminho para que os pequenos e médios consumidores possam acessar o mercado liberalizado apesar dos custos de transação, além de beneficiar o mercado ao simplificar a demanda (Poudineh, 2019). Assim, o provedor de resposta a demanda fornece elementos de controle como termostatos inteligentes, monitores de energia e tecnologias e medidores inteligentes que devem fornecer tanto dados em tempo real quanto dados preditivos do consumo para auxiliar o consumidor a reduzir o custo de energia.

O negócio possui desafios devido a necessidade da construção de uma plataforma de *Big Data*, do desenvolvimento de ferramentas que facilitem e simplifiquem a tomada de decisão por parte do consumidor e de métodos inovadores para capturar, apresentar e compartilhar os dados gerados pelo cliente e de conservação da segurança de dados devido às leis de proteção nacionais (Hamwi & Lizarralde, 2017).

5.2. MODELOS DE NEGÓCIOS CENTRADOS EM SERVIÇOS TERCEIRIZADOS

O modelo consiste em a empresa prover um serviço ao invés de um produto. Fornecer energia renovável, resposta a demanda e eficiência energética como pacotes de serviços.

É possível dividir esse modelo em três tipos, primeiro há o Modelo com Tecnologia Terceirizada de Energia Renovável. O negócio se baseia em oferecer o financiamento, instalação e manutenção de sistemas de energia renovável no terreno do cliente mantendo a propriedade sobre a tecnologia e vendendo a energia gerada por meio de contratos de longo prazo, chegando a períodos de quinze a vinte anos. A proposta de valor do modelo é eliminar o custo antecipado da estrutura e pagar a energia a um preço competitivo ao fixar o preço por anos eliminando o risco da flutuação. Assim, a companhia possui duas fontes de receita: um contrato de compra de energia ou oferecendo um arrendamento de placa solar.

Empresas de outros segmentos também estão adotando o modelo como o setor de construção que se beneficiam da relação pré-existente com o cliente e oferece sistemas fotovoltaicos. A proposta de valor da venda cruzada criada nesse negócio consiste em oferecer preços competitivos, baixo custo de transação e contas menores de energia, trazendo um benefício financeiro com a economia de eletricidade enquanto os custos do investimento inicial das células fotovoltaicas estão embutidos na hipoteca da casa (Hamwi & Lizarralde, 2017).

A companhia SolarCity, localizada nos Estados Unidos, emprega o modelo inovador oferecendo o uso de placas fotovoltaicas por meio da contratação do serviço com pagamentos

mensais e formando parcerias com instituições financeiras especificamente para a expansão dos negócios por meio da obtenção de capital que permitem a aceleração de vendas do serviço, ou seja, devido ao retorno a longo prazo do serviço e ao alto custo inicial da tecnologia, a captação de capital é necessária para permitir uma maior disponibilidade de placas permitindo escalonar e acelerar o negócio.

Segundo, há o Modelo de Tecnologias Terceirizadas de Reposta a Demanda. O negócio consiste principalmente em enviar sinais referentes a preços e consumos por meio de um sistema que reage a variação das variáveis ou de uma infraestrutura de medição aumentando a conscientização dos clientes com a troca de informações para que possam modificar ou priorizar suas ações. Assim, o valor gerado pelo modelo é a diminuição do custo de energia para o consumidor e a estabilização do fluxo de energia para o operador da rede. As principais operações baseiam-se em balancear, controlar e monitorar a eletricidade com a oportunidade de aplicar incentivos e uma ‘gameificação’ para auxiliar no relacionamento com o cliente, além disso o principal custo deriva das tecnologias empregadas como o medidor inteligente e aplicativos enquanto a receita provém da taxa mensal do serviço prestado (Hamwi & Lizarralde, 2017).

Nesse modelo temos as empresas de serviço de energia, ou ESCos (*Energy Service Companies*), são companhias com foco em serviços como gestão de energia, incluindo financiamento, em que dois caminhos podem ser utilizados, a “Poupança compartilhada” que consiste em fornecer o financiamento das tecnologias enquanto o cliente deve pagar uma parte mensal da energia economizada e a “Poupança garantida” em que o consumidor financia a estrutura e o sistema enquanto a empresa garante a economia suficiente de energia para que o cliente cubra a dívida anual por meio de contratos de serviço ou de performance, por tanto a receita, diferente do modelo tradicional do setor, é desagregada do consumo do cliente, além de não fazer parte da regulação do setor (Poudineh, 2019).

A empresa VervEnergy localizada no Reino Unido é um exemplo real de aplicação do modelo ESCos baseado no gerenciamento de demanda, ela é caracterizada como uma fornecedora de serviço para casas inteligentes baseado na utilização da Internet das Coisas e Inteligência Artificial, ou seja, é um assistente de energia residencial que fornece informação inteligente sobre pontos chaves do uso de energia por meio da utilização de tecnologias como a inteligência artificial para analisar consumo em tempo real auxiliando a diminuir o valor das contas (Kufeoglu et al., 2019).

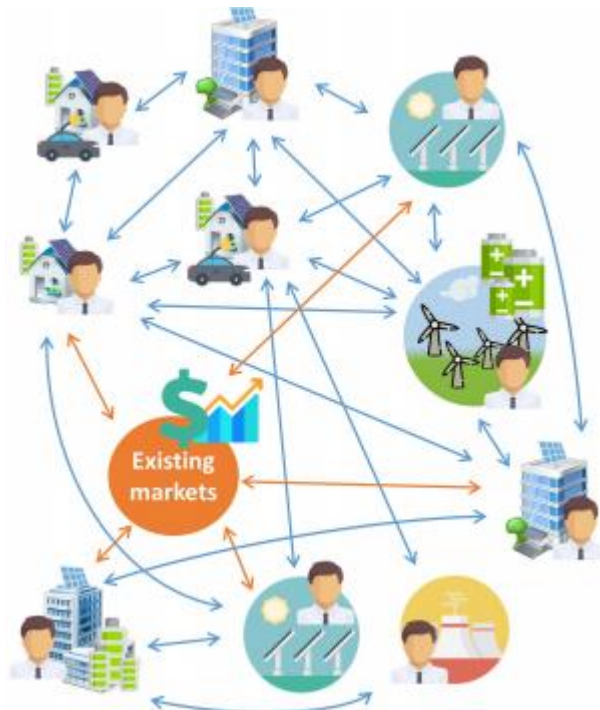
Outro modelo de negócio que utiliza de tecnologias de resposta a demanda é o mercado *Peer-to-Peer* (P2P). O modelo segue a tendência da economia compartilhada, já existentes em

empresas como o Airbnb e o Uber, sendo visto no setor como uma solução prática de como a geração intermitente em pequena escala pode ser integrada a um sistema a um baixo custo. Consiste em uma plataforma posicionada no mercado de varejo projetada para permitir a criação de contratos bilaterais, ou seja, um acordo entre duas partes, o comprador e o vendedor, pelo direito da eletricidade gerada durante um período específico e um preço acordado (Sousa et al., 2019). A plataforma também permite a seleção de um mix de recursos de geração de energia por parte dos consumidores para atender ao máximo as necessidades financeiras e de consumo e incorporar os valores socioambientais, além de auxiliar no balanceamento do fluxo e demanda local de uma rede de distribuição específica (Hall & Roelich, 2016).

Há o desenvolvimento de três tipos de mercado P2P baseado na maneira em que permite o relacionamento entre clientes (Sousa et al., 2019):

- I. Mercado *Peer-to-Peer* Completo: é baseado na negociação de compra e venda de eletricidade diretamente entre os clientes como mostra a Figura 10. Ou seja, as duas partes podem acordar com uma transação de determinada quantidade de energia e preço sem uma supervisão centralizada;

Figura 10 – Mercado P2P Completo.

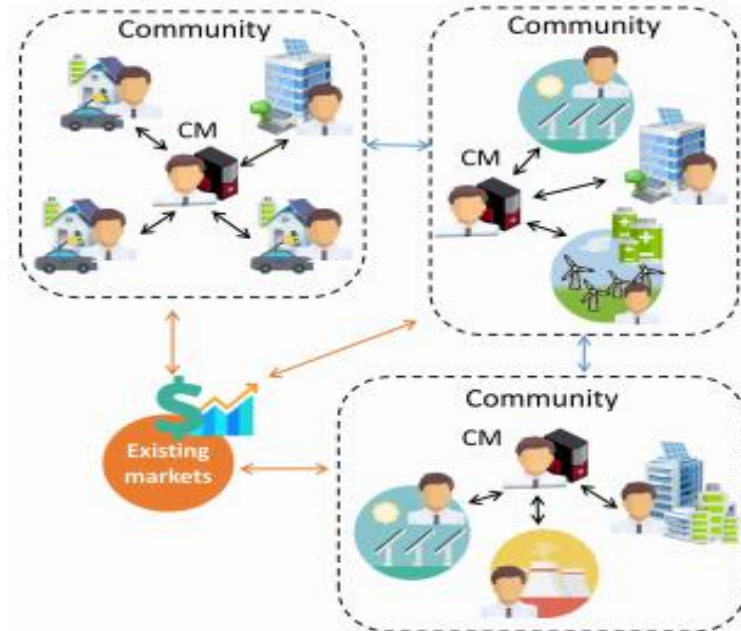


Fonte: SOUSA, 2019 p. 8.

- II. Mercado *Peer-to-Peer* Comunitário: é estruturado com um gestor comunitário responsável pelos processos de troca dentro da comunidade atuando também

como um intermediador entre a comunidade e o restante do sistema como mostra a Figura 11;

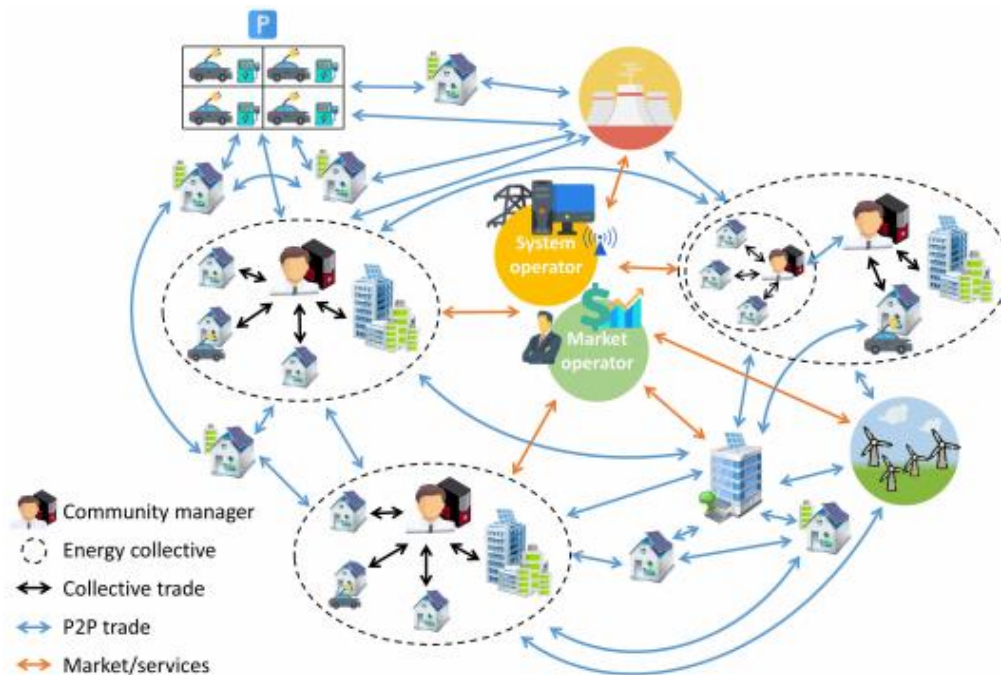
Figura 11 – Estrutura do Mercado P2P Comunitário.



Fonte: SOUSA, 2019, p. 10.

- III. Mercado *Peer-to-Peer* Híbrido: é estruturado como uma mistura dos dois anteriores, criando diferentes camadas de transações como mostra a Figura 12, onde as comunidades e indivíduos podem interagir entre si. Nas camadas mais baixas, as comunidades são gerenciadas por um gestor que supervisiona o comércio interno. Já nas camadas superiores, indivíduos podem interagir tanto com os demais indivíduos como com comunidades ou até mesmo mercados já existentes. Além de permitir o agrupamento de indivíduos dentro de comunidades já existentes, como um condomínio ou um prédio da comunidade;

Figura 12 – Estrutura do Mercado P2P Híbrido.



A empresa Piclo, localizada no Reino Unido, é um exemplo de companhia que aplica o mercado P2P completo ao oferecer uma plataforma de transação de energia que permite negócios e residências a terem acesso a eletricidade renovável, além de utilizar a tecnologia de *blockchain* para facilitar e agilizar as transações na plataforma (Kufeoglu et al., 2019).

5.3. MODELOS DE NEGÓCIOS COMUNIDADE DE ENERGIA

O modelo consiste em a empresa fornecer equipamentos, como placas fotovoltaicas e infraestrutura, ou seja, um sistema de energia renovável que opera distribuindo eletricidade entre os residentes de uma comunidade, assim os clientes têm maior oportunidade de possuir ou financiar o sistema proporcionalmente à capacidade de geração e à necessidade dos integrantes. O modelo permite que a comunidade possa controlar a origem da eletricidade consumida podendo controlar e gerenciar a estrutura garantindo, assim, o balanceamento do fornecimento e demanda da micro rede criada (Hamwi & Lizarralde, 2017).

O novo negócio pode trazer os seguintes benefícios para:

- a. Os clientes:
 - i. Minimização da barreira financeira existente para indivíduos por meio da possibilidade de ser proprietário de parte de um sistema completo;

- ii. Eliminação dos problemas geográficos para instalação de tecnologias de geração de energia, como a necessidade de cobertura adequada na propriedade para instalação de placas fotovoltaicas e a existência de sombreamento na propriedade;
 - iii. Redução do custo do processo de compra de energia complementar;
- b. As concessionárias:
- i. Possibilidade de haver uma gestão de energia mais eficiente devido à transferência de responsabilidade de gerenciamento para os próprios clientes (Poudineh, 2019);
 - ii. Permite entrar em novos segmentos do mercado que une geração distribuída e gerenciamento de demanda;
 - iii. Aumento na quantidade de potenciais consumidores;

6 RESULTADO E DISCUSSÃO

O objetivo do estudo é **identificar e analisar modelos de negócios inovadores que possam ser aplicados no setor de energia do Brasil a partir da liberalização do mercado.**

Os novos modelos de negócios identificados podem ser divididos em três categorias: as empresas que vendem um produto; as empresas que vendem um serviço; e as empresas que trabalham envolvendo tanto a venda de um produto (as placas fotovoltaicas, por exemplo) quanto um serviço (a realização da distribuição da energia gerada dentro da comunidade, por exemplo).

Para os modelos que trabalham com produtos, há duas ramificações: Modelo Prossumidor, que será mencionado como modelo 1, consiste em fornecer tecnologias de micro geração de energia exigindo um alto investimento inicial por parte do cliente além do risco de performance; e Modelo de Gerenciamento de Energia, modelo 2, consiste em fornecer sistemas e dispositivos inteligentes para que o cliente visualize o consumo de eletricidade para que ele possa ajustar a demanda buscando baixar os custos mensais.

Para os modelos que trabalham com serviços, há três ramificações: Modelo Tecnologia Terceirizada, modelo 3, consiste em oferecer o financiamento e manutenção do sistema de geração no terreno do cliente, porém mantendo a propriedade da tecnologia com a companhia e vendendo a energia gerada em contratos de longo prazo, eliminando o alto investimento inicial necessário pelo cliente; Modelo Tecnologia de Resposta a Demanda Terceirizada, modelo 4, consiste em fornecer informações e análises como sinais de preços e consumo em tempo real para adaptação da demanda do cliente resultando na diminuição do custo de eletricidade por meio de sistemas inteligentes; Modelo *Peer-to-Peer*, modelo 5, consiste em uma plataforma, como um *marketplace*, projetada para permitir a criação de contratos bilaterais diretos pela energia elétrica permitindo que micro geradores possam aproveitar ao máximo a tecnologia e permitindo que seja atendida as necessidades financeiras, de consumo, incorporar valores socioambientais e atender a demanda local.

Para os modelos que trabalham como uma mistura das anteriores há o Modelo Comunidade de Energia, modelo 6, que consiste em fornecer tecnologias de geração de energia e oferecer um sistema de distribuição entre os residentes da comunidade, facilitando o acesso dos clientes finais a tecnologias como as placas fotovoltaicas, financiando o sistema de acordo com a necessidade de cada residente.

A partir desse ponto, é necessário analisar fatores que possam contribuir ou prejudicar a implementação dos modelos apresentados no Brasil.

▪ A Liberalização do setor

A liberalização do setor irá permitir que todos os usuários de energia possam escolher o fornecedor que melhor atenda suas necessidades, como a busca por uma geração mais limpa de eletricidade.

Para os modelos 1, 3 e 6, as oportunidades dos negócios são limitadas pois o cliente deve buscar abater o alto investimento com o consumo da energia gerada ou recebendo descontos pelo fornecimento de energia para a distribuidora local, porém com a liberalização do setor mais um fator é incluído ao negócio, a oportunidade de vender a eletricidade a valores maiores que o desconto fixo das distribuidoras, ou seja, os modelos são beneficiados.

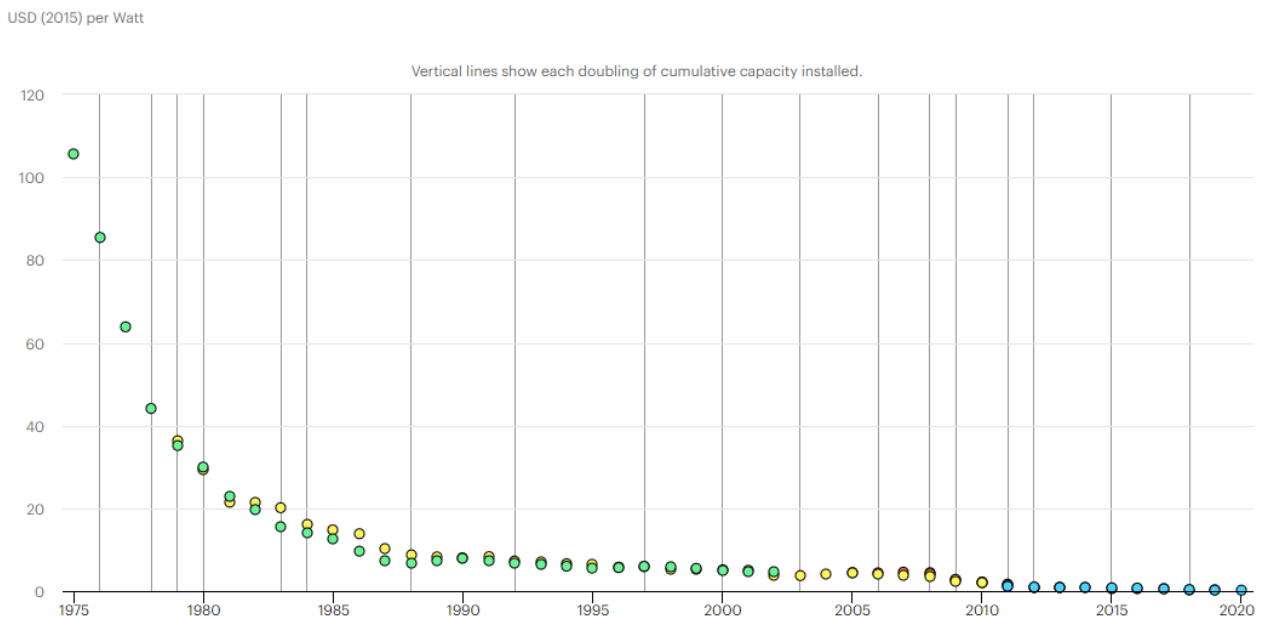
Já para o modelo 5, é essencial a liberdade de qualquer um possa comprar e vender energia para que seja possível a aplicação do negócio.

Para o modelo 2 e 4, o fator é neutro para o negócio, pois as análises de eficiência focam apenas no cliente que contrata o serviço, não alterando os resultados.

▪ Preço das placas fotovoltaicas

As primeiras células fotovoltaicas, inventadas por volta de 1800, tinham menos de 1% de eficiência. Apenas em 1954, em que foi inventado o painel solar com 6% de eficiência, que esse tipo de energia começou a ser considerado com potencial para ser um recurso gerador. Assim, com o avanço das tecnologias e processos de produção, o custo de produzir as placas vem caindo constantemente como mostra o Gráfico 4, e a eficiência em painéis comumente usados nos Estados Unidos está entre 13% e 22% (Energysage, 2020).

Gráfico 4 – Custo médio de produção de módulos fotovoltaicos.



O painel solar é a tecnologia do setor elétrico que mais se barateou desde 2010, caindo em torno de 83% em 2018, de acordo com a Bloomberg New Energy Finance.

- **Pesquisa popular de participação no mercado liberalizado**

A ABRACEEL realizou um estudo em 2020 para identificar a percepção da população brasileira sobre o setor elétrico, e foi constatado que 84% dos entrevistados consideraram o preço cobrado nas tarifas caro ou muito caro, número que era de 67% em 2014, sendo que 28% identifica como o principal problema a falta de concorrência, número que era de 10% em 2018. Além disso, 80% dos entrevistados demonstram interesse em escolher o fornecedor de energia, maior percentual desde 2014, sendo que 63% afirmou que com certeza trocariam o fornecedor, mostrando a insatisfação atual da população. Porém, apenas 17% mostraram interesse em trocar o fornecedor pela procura de recursos mais limpos.

Já quanto a oportunidade de gerar energia na própria residência, 90% gostariam de participar caso tivessem condições financeiras para tal, sendo que 60% não estão dispostos a pagar mais caro as contas de energia para incentivar a geração distribuída.

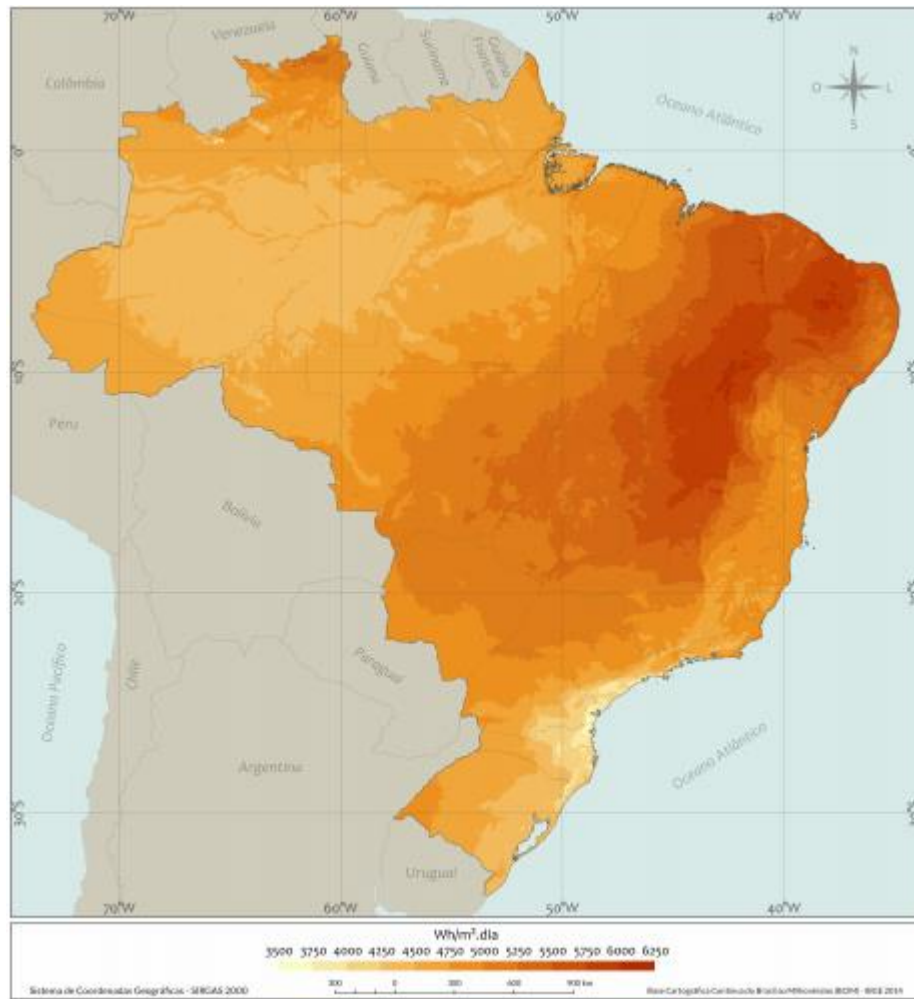
Assim, o modelo 5 deve ser beneficiado pela percepção da população que busca participar do setor livre em busca de preços mais competitivos, bem como os modelos 1, 3 e 6, destacando a necessidade da liberalização do setor para melhor aceitação da geração distribuída por parte da população.

Os modelos 2 e 4 podem ser beneficiados pela percepção de tarifas caras e muito caras pela população que pode levar as pessoas a buscarem novas maneiras de diminuir o custo mensal.

- **Incidência de raios solares no Brasil**

O Brasil inteiro tem elevados níveis de irradiação solar durante o ano todo como mostra a Figura 13, com destaque para a região nordeste que apresenta a menor variabilidade durante o ano com médias entre 5,43 e 5,5 kWh/m², já a região sul possui a maior amplitude durante o ano com média entre 4,53 e 4,61 kWh/m² e a região sudeste possui a maior variabilidade média durante o ano com valores entre 4,97 e 5,11 kWh/m² (Pereira et al., 2017).

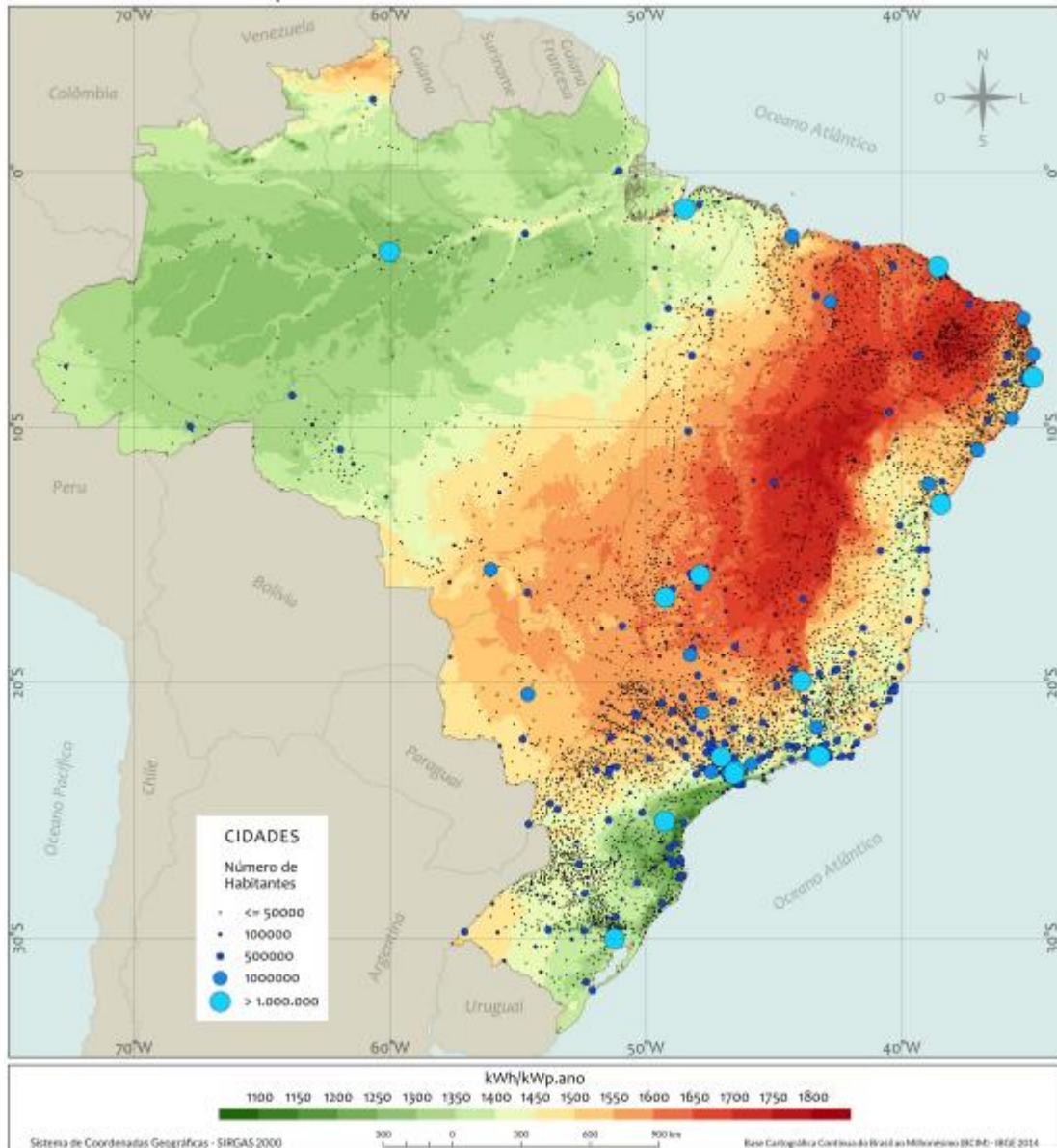
Figura 13 – Incidência média de raios solares no Brasil.



Fonte: Atlas, 2017.

Com a elevada incidência de raios solares, o Brasil é um dos países com maior potencial de geração fotovoltaica, como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Potencial de geração solar fotovoltaica.



Fonte: Atlas, 2017.

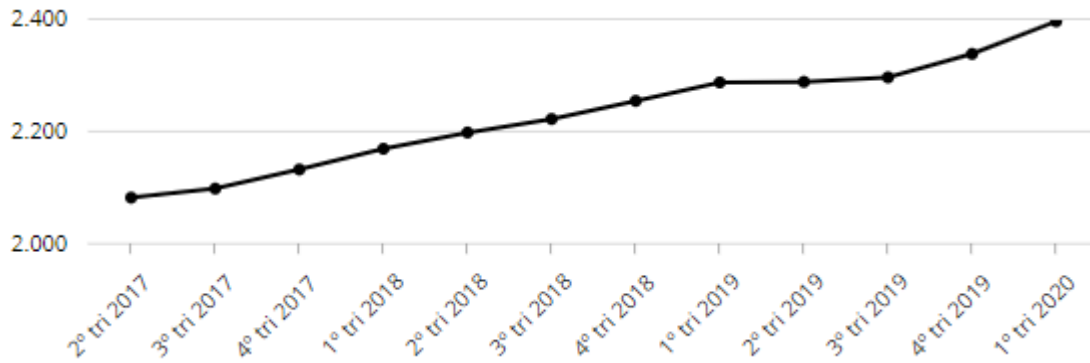
Mesmo assim, em 2017, o país estava na 30ª posição em capacidade instalada per capita, isso indica que há muito espaço para companhias que apliquem os modelos 1, 3, 6 e, conseqüentemente, 5, pois no local menos ensolarado no Brasil tem potencial de gerar mais energia que o local mais ensolarado na Alemanha, um dos países líderes em geração distribuída. Além disso, os meses com maior incidência solar, de dezembro a março, coincidem com o período de maior demanda registrada pelo Operador Nacional do Sistema, o que pode auxiliar a desafogar a rede e diminuir o custo dos clientes.

Para os modelos 2 e 4, esse fator não influencia diretamente os negócios.

▪ **Renda da população brasileira**

De acordo com o IBGE, a renda média no final do primeiro trimestre de 2020 ficou em 2398 reais e vem crescendo como mostra o Gráfico 5.

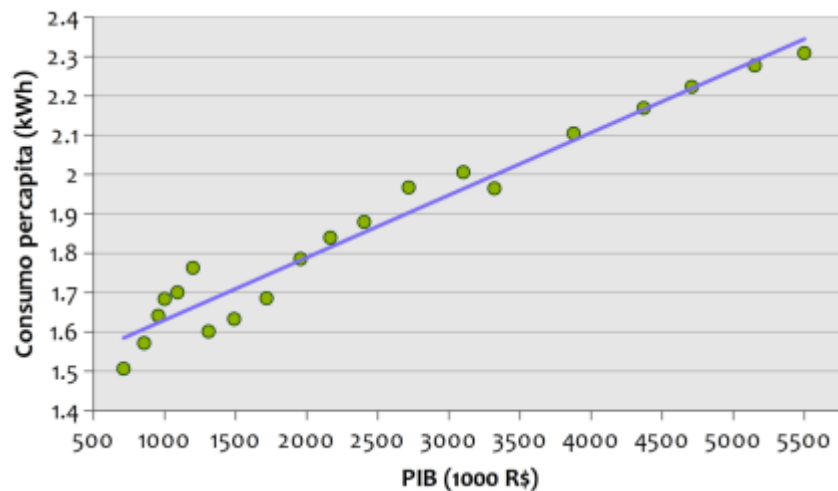
Gráfico 5 – Renda média da população brasileira.



Fonte: IBGE, 2020.

Porém desde 2012, o rendimento médio da população brasileira apenas cresceu 7,8%, o crescimento do PIB do país é diretamente proporcional com o crescimento de consumo de energia como mostra o Gráfico 6, sendo importante para todos os novos modelos identificados principalmente os modelos 1 e 2, que exigem a compra de novas tecnologias com alto investimento inicial, os modelos 3, 4 e 6 são menos afetados devido ao custo inicial ser menor que os dois primeiros, e o modelo 5 é o menos afetado diretamente, porém necessita do aumento de micro e mini geração.

Gráfico 6 – PIB x Consumo de energia per capita.

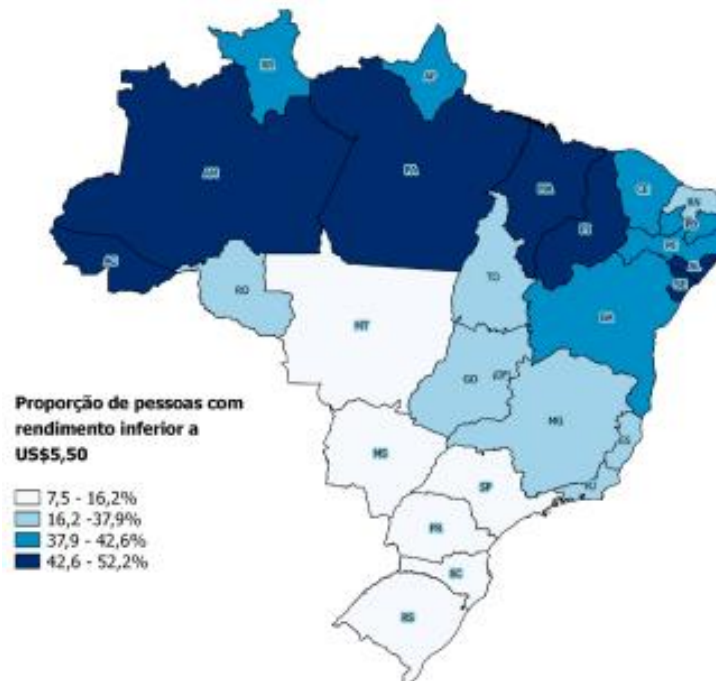


Fonte: Atlas, 2017.

Além disso, não adianta aumentar o PIB do país se o crescimento se manter concentrado na mão de uma pequena parcela da população. Em 2019, metade da população recebeu apenas 15,6% do rendimento total do país enquanto os 10% mais ricos receberam 42,9%. Assim, analisar o rendimento médio não auxilia na avaliação dos novos modelos pois os alto rendimentos da parcela mais rica acaba elevando o valor, por essa razão pode-se observar o rendimento mediano per capita, ou seja, quanto é o máximo que recebe metade da população, e este valor foi de 861 reais em 2019, o que equivale a apenas 60% do rendimento médio, sendo que na região nordeste possui uma mediana pouco acima de 500 reais, ou seja, metade da população viveu com menos do salário mínimo de 998 reais (IBGE, 2020).

As regiões que mais recebem incidência de raios solares são as que possuem menor rendimento no país como mostra a Figura 15 com a proporção de pessoas que vivem com menos de 5,50 dólares, ou seja, o maior potencial para os modelos 1, 3, 5 e 6 não tem oportunidade de alcançá-lo devido a concentração de renda no Brasil.

Figura 15 – Proporção de pessoas com rendimento per capita inferior a 5,50 dólares.



Fonte: IBGE, 2020.

▪ População fora do SIN

De acordo com o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), 0,95% da população não tem acesso à energia elétrica e 3% se encontra fora do Sistema Interligado Nacional, utilizando geradores a diesel ou gasolina nas regiões remotas.

Os modelos 1, 3 e 6 podem se beneficiar desta situação, conseguindo atendê-las com tecnologias renováveis.

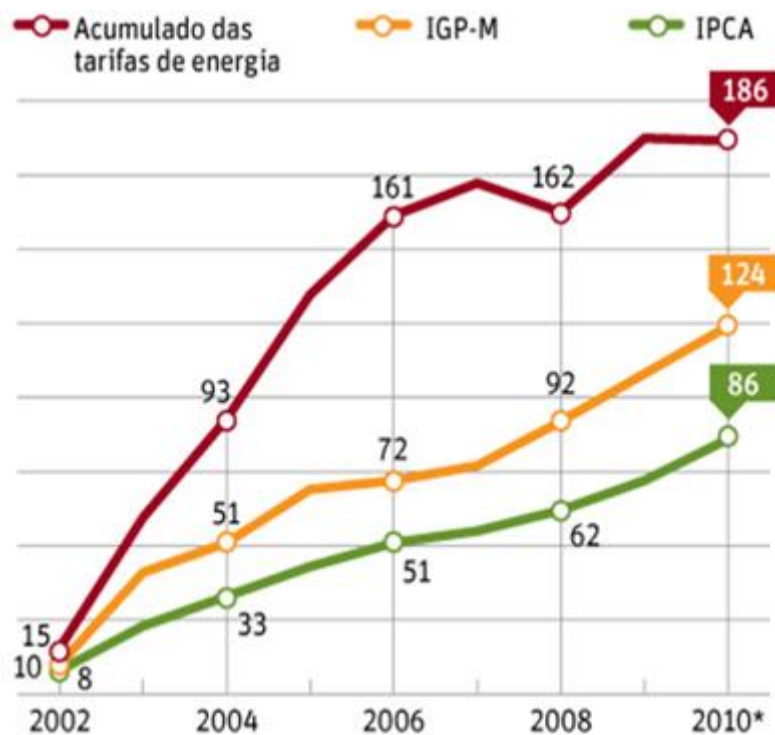
- **Variação de preço no mercado liberalizado**

De acordo com o Boletim da ABRACEEL de outubro de 2020, o preço a longo prazo de energia no mercado livre variou apenas 2,9% em um ano enquanto que para o preço a curto prazo foi de 160%, além disso o preço a longo prazo foi em média 47% menor quando comparado a tarifa de energia média das distribuidoras, essa informação mostra o benefício do modelo 3, que utiliza contratos de longo prazo, e 5, que permite maior acesso ao mercado livre com preços competitivos.

- **Crises energéticas**

A falta de energia e crises energéticas estão cada vez mais comuns no Brasil, a primeira grande crise foi em 2001 que afetou o país todo devido à falta de investimento e planejamento do setor, com isso foi determinado um consumo fixo que, se ultrapassado, o consumidor pagaria mais 50% do preço sobre o excesso, a partir desse evento foram contabilizados mais de 13 grandes apagões, sendo o principal ocorrido em 2009, em que 18 estados ficaram totalmente ou parcialmente no escuro. Além da falta de energia, as crises geralmente são acompanhadas de grandes aumentos no custo da energia, como mostra o Gráfico 7.

Gráfico 7 – Evolução das tarifas de energia.



Fonte: Aneel, 2011.

A situação do estado do Amapá é mais o grave problema mais recente que a população conviveu, o apagão que afeta a maior parte do estado e durou 22 dias, segundo o Ministério de Minas e Energia, a interrupção no fornecimento de eletricidade foi causado por um incêndio em uma subestação que destruiu um transformador. Esse evento evidencia a falta de gestão de risco pela concessionária e a falta de monitoramento por parte da ANEEL e isso resulta na perda de confiança por parte da população sobre o sistema elétrico no país, além de poder ser acompanhada com o aumento nas tarifas de energia na região, o que pode beneficiar os modelos 1, 3, 5 e 6, pois esses não dependem das redes de transmissão.

▪ **Resultados práticos do negócio P2P**

Como o negócio *Peer-to-Peer* no mercado de energia é novo e está em crescimento, ainda não é possível constatar o comportamento dos usuários, fator importante para esse modelo, pois uma plataforma de negociações depende diretamente da quantidade de oferta e da quantidade de procura, e permitindo que os usuários exerçam o poder de escolha que direciona o mercado para preços mais competitivos e vantajosos para os clientes. Por isso foi realizado na Suécia um experimento durante os cinco primeiros meses de 2019 em que 35 residências utilizaram uma plataforma P2P, sendo a primeira pesquisa sobre o comportamento real dos pequenos consumidores. Entre os participantes, 27 propriedades possuíam painéis fotovoltaicos que serviam como fornecedores e compravam também do sistema. A plataforma foi utilizada em média 9.7 vezes por dia e foram classificadas as motivações para utilizarem o P2P: Ambiental, em que 34 participantes mencionaram a compatibilidade “amigável ambiental” da eletricidade negociada era o principal fator para utilizar a plataforma; Econômico, em que todos os participaram esperam conseguir vender a energia gerada por valores mais altos do que são pagos ao injetar na rede, principalmente devido ao custo de transação mais baixa que a negociação local permite, assim foi mencionado que o mercado P2P diminui a incerteza da lucratividade do investimento nas novas tecnologias; Independência, em que a possibilidade de escolher o preço a ser pago e o preço a vender a energia como um benefício na percepção de usuários, além disso a importância de otimizar a demanda e oferta local, possibilitando saber onde irá ou vem a energia contratada, e diminuiria a necessidade de trazer energia de outras regiões e até mesmo países, diminuindo custos e a necessidade de expandir redes de transmissão. Assim, a percepção final sobre o mercado P2P foi como verde, local e justa (Ableitner et al., 2020).

Caso a percepção por parte da população brasileira for próxima à da pesquisa, isso é um fator que beneficiaria diretamente os modelos 1, 3, 5 e 6. Além de beneficiar indiretamente o modelo 2 e 4 devido à mudança de atitude dos clientes de passiva para ativa, tendo a

possibilidade de os clientes passarem a buscar maior eficiência no modo que consomem a energia.

- **Resultados práticos do negócio Resposta a Demanda**

Ao redor do mundo o modelo de negócios baseado em Resposta a Demanda vem tendo um crescimento acelerado, chegando ao aumento de 21% das receitas de empresas nesse ramo entre 2017 e 2018, de acordo com a empresa BusinessWire, e a expectativa é que continue acelerando na próxima década impulsionado pela tendência de altas taxas de demanda de pico, compromisso dos clientes com a sustentabilidade, legislação de eficiência energética, incentivos estaduais para edifícios para instalar sistemas de gestão de energia, o aumento do mercado de contratos de desempenho energético e aumento da consciência do cliente sobre o modelo e aumento da penetração de construção da Internet das Coisas. Na Suécia, país com maior número de medidores inteligentes instalados, chegando a 90% dos medidores em 2014, foi visto uma redução média de 9,5% do consumo de energia em uma região com 157 residências que utilizaram o sistema de Resposta a Demanda.

As novas tendências ao redor do mundo irão chegar ao país mais cedo ou mais tarde, beneficiando os modelos 2 e 4 no Brasil, além do aumento na conscientização sobre o sistema por parte dos clientes caso seja possível obter uma redução média próxima ao alcançado na Suécia (Nilsson et al., 2018).

Com as análises estatísticas e de informações sobre as tecnologias aplicadas nos modelos, sobre a população brasileira e sobre os potenciais no Brasil, podemos identificar as principais oportunidades no setor brasileiro como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Fatores Positivos e Negativos dos Modelos 1, 2 e 4.

MODELOS	FATOR POSITIVO	FATOR NEGATIVO
<u>MODELO</u> <u>1</u>	<ul style="list-style-type: none"> • A liberalização permite que a energia gerada possa ser vendida a valores maiores; • Preço da tecnologia vem diminuindo devido ao aumento da demanda ao redor do mundo; • A população mostra interesse em participar do mercado livre de energia; • Altos níveis de incidência solar no país todo e durante todo o ano; • As crises energéticas no país podem acelerar o uso da tecnologia; • Crescimento do consumo de energia; • Compromisso com sustentabilidade; • Aumento nas tarifas principalmente em horários pico; 	<ul style="list-style-type: none"> • A concentração de renda no país prejudica o consumo de uma tecnologia de alto investimento; • Necessita de um mercado P2P para que a energia gerada possa ser vendida a valores mais altos; • Alto investimento inicial;
<u>MODELO</u> <u>2 e 4</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo de investimento inicial; • Aumento nas tarifas, principalmente em horários pico; • Compromisso com sustentabilidade; • Legislações de eficiência energética; 	<ul style="list-style-type: none"> • Postura mais ativa quanto ao consumo de energia; • Entendimento do mercado de energia; • Apresentação de informações amigáveis ao usuário mais simples; • A concentração de renda no país prejudica o consumo de uma tecnologia de alto investimento;

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Da mesma maneira que os modelos 1, 2 e 4 foram estruturados na tabela para melhor visualização das análises, foi construído para os modelos 3, 5 e 6 como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 – Fatores Positivos e Negativos dos Modelos 3, 5 e 6.

MODELOS	FATOR POSITIVO	FATOR NEGATIVO
<u>MODELO</u> <u>3</u>	<ul style="list-style-type: none"> • A liberalização permite que a energia gerada possa ser vendida a valores maiores; • O preço da tecnologia vem caindo com os anos devido ao aumento da demanda ao redor do mundo; • A população mostra interesse em participar do mercado livre de energia; • Altos níveis de incidência solar no país todo e durante todo o ano; • As crises energéticas no país podem acelerar o uso da tecnologia; • Crescimento do consumo de energia; • Baixo investimento inicial; • Compromisso com sustentabilidade; • Aumento nas tarifas principalmente em horários pico; 	<ul style="list-style-type: none"> • A concentração de renda no país prejudica o consumo de uma tecnologia de alto investimento; • Necessita de um mercado P2P para que a energia gerada possa ser vendida a valores mais altos;
<u>MODELO</u> <u>5</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição no custo das tecnologias geradoras; • Busca por preços mais competitivos; • Crescimento do consumo de energia; • As crises energéticas no país podem acelerar o uso da tecnologia; • Compromisso com sustentabilidade; • Incidência de raios solar no país permite maior geração de energia; • A população mostra interesse em participar do mercado livre de energia; • Aumento nas tarifas principalmente em horários pico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade do desenvolvimento da geração distribuída no país; • Necessidade de liberalização; • Postura mais ativa do cliente; • Entendimento do mercado de energia;
<u>MODELO</u> <u>6</u>	<ul style="list-style-type: none"> • A liberalização permite a venda da energia gerada a valores maiores; • O preço da tecnologia vem caindo devido ao aumento da demanda ao redor do mundo; • Altos níveis de incidência solar no país; • As crises energéticas no país podem acelerar o uso da tecnologia; • Crescimento do consumo de energia; • Compromisso com sustentabilidade; • Aumento nas tarifas principalmente em horários pico; • Divisão nos custos da tecnologia; 	<ul style="list-style-type: none"> • A concentração de renda no país prejudica o consumo de uma tecnologia de alto investimento; • Necessita de um mercado P2P para que a energia gerada possa ser vendida a valores mais altos;

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Os modelos que empregam tecnologias geradoras encontram a barreira da renda da população brasileira, principalmente no Nordeste, região com maior potencial fotovoltaico. Já o modelo 5 pode proporcionar menor custo de energia por meio da diminuição do custo de transição e da possibilidade de acesso a preços mais competitivos, porém ele necessita no aumento de fornecedores, ou seja, é diretamente relacionado com o sucesso da geração distribuída nas regiões de negociação. Os modelos de Resposta a demanda dependem de uma mudança de atitude por parte dos clientes, de passiva (apenas pagando a conta do mês fornecido pelas distribuidoras) para uma ativa (buscando alterar o consumo e se informar sobre o mercado).

Ainda assim, o aumento no compromisso com sustentabilidade da população, aumento nos preços de tarifas, as crises energéticas e a possibilidade de gerar a própria energia e vendê-la são mudanças que vem ocorrendo ao redor do mundo todo, inclusive no Brasil, e irá aumentar a busca por novas maneiras de utilizar a energia elétrica como oferecem os modelos citados no trabalho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A liberalização do setor de energia permite que todos os consumidores tenham possibilidade de escolher o fornecedor que desejem, assim a distribuição e transmissão continuam como monopólios naturais devido a infraestrutura que oferecem, enquanto a geração e a comercialização ficam em estado de livre concorrência. A principal questão relacionada a livre concorrência é permitir que novos participantes possam entrar facilmente e que o consumidor possa regular os preços com o poder de escolha, assim os governos não necessitam de regulamentações complexas. A regulamentação do setor é uma das questões mais determinantes para a falta de inovação no setor, pois as empresas não necessitam investir em novos negócios já que contam com tarifas que permitem lucros altos e baixos riscos em um setor engessado. Por essa razão a liberalização é essencial para o desenvolvimento do setor dado que a mudança permite que as tarifas se ajustem a preços competitivos e, também, que novos candidatos busquem a inovação para entrar e conquistar um mercado com diversos concorrentes mais consolidados, além de que força as empresas mais tradicionais a se mobilizarem por novidades, para não ficarem para trás no mercado.

Devido às questões apresentadas este trabalho parte da necessidade do livre mercado. O Brasil, de acordo com um estudo realizado pela Abraceel, é o quinquagésimo quinto colocado no Ranking Internacional de Liberdade da Energia Elétrica de 2019, atrás de países como Argentina, Chile e Panamá, conforme mostra o Apêndice 1.

Seis novos modelos vêm surgindo e crescendo ao redor do mundo, porém apenas o modelo *Peer-to-Peer* necessita essencialmente da liberalização do setor para que seja aplicada no país, além da necessidade do desenvolvimento da mini e micro geração. Já os modelos que empregam tecnologia geradora não têm como fator essencial a existência de um livre mercado, porém na nova estruturação do setor, os modelos obtêm vantagens pela possibilidade de vender o excesso gerado como, por exemplo, no mercado *Peer-to-Peer*. Por fim, os modelos de resposta a demanda também não possuem necessidade da nova estrutura, apesar disso, a possibilidade de maior participação do cliente no setor pode influenciar a busca por uma atitude mais ativa com relação a eficiência de energia beneficiando o modelo.

Assim, podemos categorizar os modelos identificados pela tecnologia aplicada. Existem modelos que utilizam tecnologias geradoras de energia como placas fotovoltaicas, outros que utilizam tecnologias de resposta a demanda e modelos de mercado *peer-to-peer*. Categorizados pela forma de aplicar a principal tecnologia, existem modelos que empregam a tecnologia como

um produto, outro que a utiliza como um serviço e há os modelos que aplicam a tecnologia de forma compartilhada.

Com a análise de fatores econômicos, sociais, ambientais e tecnológicos, avaliamos as vantagens e barreiras gerais de cada modelo. Os modelos que empregam tecnologias geradoras de energia serão beneficiados pela queda nos custos e aumento na eficiência de placas fotovoltaicas; aumento da conscientização de sustentabilidade; aumento nas tarifas de energia; crises energéticas recorrentes no país; e alto nível de incidência solar média. Os modelos que empregam tecnologias de resposta a demanda que visam o aumento da eficiência do consumidor serão beneficiados pelo aumento nas tarifas de energia; aumento na conscientização de sustentabilidade; e pelas legislações buscando eficiência energéticas devido ao limite na geração de energia em grande escala. O modelo de mercado *peer-to-peer* serão beneficiados pela facilidade na compra e venda de energia a preços competitivos; alto nível de incidência solar permite gerar e participar do mercado com mais facilidade; crises energéticas cada vez mais recorrentes farão com que os consumidores busquem fontes que não dependam da rede de transmissão e sim da rede local; e aumento na conscientização de sustentabilidade.

Porém também foram identificados fatores que dificultaram a entrada e consolidação dos modelos inovadores no país; o principal que afeta a todos é a baixa renda da maior parte da população o que dificulta a adoção de novas tecnologias e ferramentas devido ao alto custo. Além disso, os modelos que empregam tecnologias geradoras de energia terão dificuldades caso não seja desenvolvido um mercado *peer-to-peer* que facilita a negociação da energia excedente gerada a preços competitivos; os modelos que empregam tecnologias de resposta a demanda necessitam de uma atitude mais ativa por parte dos consumidores, de maneira a alcançar reduções suficientes que compensem o custo da tecnologia ou do serviço prestado (dessa maneira, o modelo deverá ser mais aplicado para indústrias e empresas); por fim, o modelo de mercado *peer-to-peer* necessita do desenvolvimento da geração distribuída no local para aumento nos participantes do mercado, de uma atitude mais ativa por parte dos consumidores para acessarem o mercado e da liberalização do mercado para que todos tenham permissão de participar de negociações.

Este trabalho consistiu em identificar e analisar modelos de negócios inovadores que possam ser aplicados no setor de energia do Brasil a partir da liberalização do mercado.

Do ponto de vista pessoal, possibilitou um entendimento mais aprofundado do mercado de energia elétrica, permitindo um posicionamento mais ativo com relação aos assuntos relacionados a liberalização e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento técnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PATEL, Sonal. The Evolution of Power Business Models. **PowerMag**, 1 de jul. de 2020. Disponível em: < <https://www.powermag.com/the-evolution-of-power-business-models/>>. Acesso em: 15 de out. de 2020.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020**. Rio de Janeiro: Epe, 2020. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

ABRADEE – Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. **Segmento de Distribuição**. Brasília: Abradee, c2018. Disponível em: < <https://www.abradee.org.br/setor-de-distribuicao/>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Onde atuamos: Setor Elétrico**. Disponível em < https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)**. Brasília, 2020. Disponível em: < <https://www.aneel.gov.br/siga>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

ABRACEEL – Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. **Mercado Livre**. Brasília, c2019. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/mercado-livre/>>. Acesso em: 27 de out. de 2020.

ABRACEEL – Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. **Boletim de Energia Livre de Outubro/2020**. Brasília, c2019. Disponível em: < <https://abraceel.com.br/topico/biblioteca/boletim>>. Acesso em: 27 de out. de 2020.

ELEKTRO. **Energia do Futuro**. c2014. Disponível em: < <https://www.elektro.com.br/sua-casa/energia-do-futuro>>. Acesso em: 08 de nov. de 2020.

IBERDROLA. **Armazenamento Eficiente de Energia**. C2020. Disponível em: < <https://www.iberdrola.com/meio-ambiente/armazenamento-eficiente-de-energia>>. Acesso em: 08 de nov. de 2020.

SENADO FEDERAL. **Projeto de Lei do Senado nº 232, de 2016**. Brasília, n/a. Disponível em: < <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/126049>>. Acesso em: 31 de ago. de 2020.

BUSINESSWIRE. **Global Home Energy Management Systems Market**. Dublin, 2019. Disponível em: < <https://www.businesswire.com/news/home/20191014005527/en/Global-Home-Energy-Management-Systems-and-Building-Energy-Management-Systems-Market-2019-2025-Energy-Efficiency-Legislation-Customer-Awareness-and-Commitment-to-Sustainability---ResearchAndMarkets.com>>. Acesso em: 20 de nov. de 2020.

ISTOÉ. **O Desastre do Amapá**. 2020. Disponível em: < <https://istoe.com.br/o-desastre-do-amapa/>>. Acesso em: 20 de nov. de 2020.

ABRACEEL. **Boletim da Energia Livre**. Brasília, 2020. Disponível em: < <https://abraceel.com.br/topico/biblioteca/boletim/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2020.

IEMA. **Quem ainda está sem acesso à energia elétrica no Brasil**. São Paulo, 2020. Disponível em: < <http://energiaeambiente.org.br/produto/quem-ainda-esta-sem-acesso-a-energia-eletrica-no-brasil>>. Acesso em: 10 de nov. de 2020.

ABRACEEL. **Pesquisa de opinião pública**. Brasília, 2020. Disponível em: < <https://abraceel.com.br/topico/biblioteca/apresentacoes/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2020.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Evolution of solar pv module cost**. 2020. Disponível em: < <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/evolution-of-solar-pv-module-cost-by-data-source-1970-2020>>. Acesso em: 05 de nov. de 2020.

ENERGYSAGE. **How much does a solar panel installation cost**. 2020. Disponível em: < <https://news.energysage.com/how-much-does-the-average-solar-panel-installation-cost-in-the-u-s/#:~:text=Solar%20companies%20can%20typically%20get,closer%20to%20%241%20per%20watt>>. Acesso em: 01 de nov. de 2020.

Ableitner, L., Tiefenbeck, V., Meeuw, A., Wörner, A., Fleisch, E., & Wortmann, F. (2020). **User behavior in a real-world peer-to-peer electricity market.** *Applied Energy*, 270(April), 115061. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115061>

Amaral, A. P. P. do. (2014). **REGULAÇÃO E CONCORRÊNCIA : PANORAMA SOBRE O SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRO.**

Bajay, S., Jannuzzi Gilberto, Heideier, R., Vilela, I., Paccola, J., & Gomes, R. (2018). **Geração distribuída e eficiência energética.** *International Energy Initiative – IEI Brasil*, 1, 332.

Bandeira, F. de P. M. (2003). **Análise Das Alterações Propostas Para O Modelo Do Setor Elétrico Brasileiro.** *Consultoria Legislativa*, AGOSTO.

Bezerra, H. M. S. (2013). **O setor elétrico na Espanha e no Brasil: uma perspectiva comparada dos processos de liberalização.** *Revista Brasileira de Energia*, 19(1), 91–115.

Costa, M. A. B. da. (1992). **Uma abordagem sobre Inteligência Artificial e simulação, com uma aplicação na pecuária de corte nacional.** *Production*, 2(1), 51–59. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-65131992000100004>

CPFL. (2014). **Características Dos Sistemas Elétricos E Do Setor Elétrico De Países E / Ou Estados.**

Ferro Gomes, V. J., Beger Uchoa, S. B., & Da Silva Santos, T. F. (2018). **Mapeamento Tecnológico Das Patentes Desenvolvidas a Partir Da Tecnologia Blockchain: Um Cenário Global.** *Cadernos de Prospecção*, 11(4), 1166. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v11i4.27193>

Florezi, G. (2009). **Consumidores livres de energia elétrica uma visão prática.** 158.

Furlan, P. K., & Laurindo, F. J. B. (2017). **Agrupamentos epistemológicos de artigos publicados sobre big data analytics.** *Transinformacao*, 29(1), 91–100. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-08892017000100009>

Hall, S., & Roelich, K. (2016). **Business model innovation in electricity supply markets: The role of complex value in the United Kingdom.** *Energy Policy*, 92, 286–298. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.019>

Hamwi, M., & Lizarralde, I. (2017). **A Review of Business Models towards Service-Oriented Electricity Systems.** *Procedia CIRP*, 64, 109–114. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.032>

Hunt, S. (2002). **Making competition work in electricity.** In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

IBGE. (2020). *Síntese de Indicadores Sociais.*

IEA. (2019). **ENERGY POLICIES OF IEA COUNTRIES Together Secure Sustainable.** 1–220. Disponível em: www.iea.org/t&c/

Kufeoğlu, S., Liu, G., Karim, A., & Pollitt, M. (2019). **Digitalisation and New Business Models in Energy Sector.** *EPRG Working Paper . Energy Policy Research Group, University of Cambridge, June 2019*, 1–39. Disponível em: <https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2019/06/1920-Text.pdf>

Marques Farias, L., & Sellitto, M. A. (2011). **Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras.** *Revista Liberato*, 12(17), 07–16. Disponível em: <https://doi.org/10.31514/rliberato.2011v12n17.p07>

Marques, R. C., & Krauter, S. C. W. (2009). **Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro.** *Rev. Tecnol. Fortaleza*, V, 30(2), 153–162.

Nilsson, A., Wester, M., Lazarevic, D., & Brandt, N. (2018). **Smart homes, home energy management systems and real-time feedback: Lessons for influencing household energy consumption from a Swedish field study.** *Energy and Buildings*, 179(October), 15–25. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.026>

Oliveira, A. De. (2015). **Liberalização interrompida.** *Revista USP*, 104, 51–62.

Pereira, E. B., Martins, F. R., Gonçalves, André Rodrigues; Costa, R. S., Lima, F. J. L. de;, Rüther, R., Abreu, Samuel Luna de; Tiepolo, Gerson Máximo; Pereira, S. V., & Souza, J. G. de. (2017). **Atlas Brasileiro de Energia Solar.** 88. Disponível em: <http://urlib.net/rep/8JMKD3MGP3W34P/3PERDJE>

Poudineh, R. (2019). *Liberalized retail electricity markets* (Issue December). Disponível em: <https://www.oxfordenergy.org/publications/liberalized-retail-electricity-markets-what-we-have-learned-after-two-decades-of-experience/?v=79cba1185463>

Seger, S., Mercedes, P., & Rico, J. A. P. (2015). **Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro.** *Revista USP*, 104, 13–36.

Sousa, T., Soares, T., Pinson, P., & Moret, F. (2019). *Peer-to-peer and community-based markets : A comprehensive review.*

Tripathy, S. C. (2012). **Competition in electricity market.** *New Developments in Energy Research*, 1–8. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9780203312353_chapter_5

Walvis, A., & Gonçalves, E. D. L. (2014). *Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia.* 1–63.

Disponível em:

http://ceri.fgv.br/sites/ceri.fgv.br/files/arquivos/avaliacao_das_reformas_recentes_no_setor_eltrico_brasileiro.pdf

Apêndice 1 – Ranking Internacional de Liberdade de Energia Elétrica 2019.

RANKING INTERNACIONAL DE LIBERDADE DA ENERGIA ELÉTRICA - 2019

Posição	País	Quem pode ser livre ?
1º	Japão	Todos os consumidores
2º	Alemanha	Todos os consumidores
3º	Coréia do Sul	Todos os consumidores
4º	França	Todos os consumidores
5º	Reino Unido	Todos os consumidores
6º	Itália	Todos os consumidores
7º	Espanha	Todos os consumidores
8º	Austrália	Todos os consumidores
9º	Polônia	Todos os consumidores
10º	Suécia	Todos os consumidores
11º	Noruega	Todos os consumidores
12º	Holanda	Todos os consumidores
13º	Bélgica	Todos os consumidores
14º	Finlândia	Todos os consumidores
15º	Áustria	Todos os consumidores
16º	República Tcheca	Todos os consumidores
17º	Suíça	Todos os consumidores
18º	Grécia	Todos os consumidores
19º	Romênia	Todos os consumidores
20º	Portugal	Todos os consumidores
21º	Nova Zelândia	Todos os consumidores
22º	Hungria	Todos os consumidores
23º	Bulgária	Todos os consumidores
24º	Dinamarca	Todos os consumidores
25º	Eslováquia	Todos os consumidores
26º	Irlanda	Todos os consumidores
27º	Croácia	Todos os consumidores
28º	Eslovênia	Todos os consumidores
29º	Lituânia	Todos os consumidores

Posição	País	Quem pode ser livre ?
30º	Estônia	Todos os consumidores
31º	Luxemburgo	Todos os consumidores
32º	Letônia	Todos os consumidores
33º	El Salvador	Todos os consumidores
34º	Chipre	Todos os consumidores
35º	Malta	Todos os consumidores
36º	Estados Unidos	Todos livres em 16 Estados
37º	Canadá	Todos livres em Ontario e Alberta
38º	Rússia	Todos livres exceto residencial
39º	Turquia	Acima de 0,5 kW
40º	Singapura	Acima de 4,5 kW
41º	Colômbia	Acima de 100 kW
42º	Guatemala	Acima de 100 kW
43º	Panamá	Acima de 100 kW
44º	Peru	Acima de 200 kW
45º	Uruguai	Acima de 250 kW
46º	Argentina	Acima de 300 kW
47º	Chile	Acima de 500 kW
48º	Equador	Acima de 650 kW
49º	Taiwan	Acima de 750 kW
50º	Filipinas	Acima de 750 kW
51º	México	Acima de 1.000 kW
52º	Índia	Acima de 1.000 kW
53º	Rep. Dominicana	Acima de 1.000 kW
54º	Bolívia	Acima de 1.000 kW
55º	Brasil	Acima de 2.500 kW
56º	China	Em processo de abertura de mercado

Fonte: Abraceel, 2019.