

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico de Ciências Exatas e Educação
Departamento de Engenharia de
Controle e Automação e Computação



Vinicius Zgoda Parizotto

**DE CONSUMIDOR A AGENTE ATIVO NO MERCADO DE
ENERGIA ELÉTRICA NO TERRITÓRIO BRASILEIRO:
Uma revisão da literatura**

Blumenau

2022

Vinicius Zgoda Parizotto

**DE CONSUMIDOR A AGENTE ATIVO NO
MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA NO
TERRITÓRIO BRASILEIRO: Uma revisão da
literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Engenheiro de Controle e Automação.
Orientador: Prof. Dr. Tiago Davi Curi Busarello

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico de Ciências Exatas e Educação
Departamento de Engenharia de
Controle e Automação e Computação

Blumenau
2022

Vinicius Zgoda Parizotto

**DE CONSUMIDOR A AGENTE ATIVO
NO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA
NO TERRITÓRIO BRASILEIRO: Uma
revisão da literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Controle e Automação.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Tiago Davi Curi Busarello
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Prof. Dr. Fabiano Ferreira Andrade
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Adriano Peres
Universidade Federal de Santa Catarina

Blumenau, 24 de março de 2022

Dedico este trabalho a todos aqueles que, de alguma forma,
auxiliaram para a concretização desta etapa.

Agradecimentos

Este trabalho é dedicado à minha família, meus queridos e amados pais, meu irmão e minha companheira que me auxiliaram nos momentos difíceis da minha caminhada acadêmica.

Resumo

A energia elétrica é, por muitos autores na academia, considerada uma commodity e tornar sua operacionalização eficiente, limpa e de qualidade é um desafio. As redes de transmissão, distribuição e geração de energia são infraestruturas que demandam recursos para sua instalação. Por muito tempo o consumidor de energia elétrica era considerado um ente passivo em toda a cadeia de energia. Este trabalho teve por objetivo discutir a participação do consumidor no mercado brasileiro de energia elétrica e apontar possibilidades deste consumidor atuar como um agente ativo na rede. Utilizou-se como metodologia a Revisão Narrativa de Literatura e buscou-se reunir e agrupar o conhecimento produzido sobre o tema. Para tanto, descreveu-se o cenário atual do mercado de energia elétrica no território brasileiro apresentando a linha do tempo desse setor e analisando o mercado, as suas regulamentações e apresentando os agentes ativos, os desafios de operação do setor e identificar as opções disponíveis para os consumidores. Identificou-se, após, revisão e análise da literatura selecionada, como um cliente localizado no mercado nacional pode usar das regulações vigentes para, não somente, consumir energia, mas também, se tornar agente ativo do setor de energia. Apresentou-se um olhar atualizado, voltado para o futuro, onde uma rede de energia elétrica não é apenas um sistema estático, mas pode também ser um fornecedor de energia limpa, garantindo um desenvolvimento social sustentável e contínuo.

Palavras-Chave: 1.Mercado Brasileiro de Energia. 2.Prosumidor. 3.Agente Ativo da Rede.

Abstract

Electric energy is considered a commodity and making its operation efficient is a challenge. The transmission, distribution and energy generation networks are infrastructures that demand resources for upgrades. For a long time, the electricity consumer was considered a passive entity in the entire energy chain. This work aimed to discuss consumer participation in the Brazilian electricity market and to point out possibilities for this consumer to act as an active agent in the network. The Narrative Literature Review was used as a methodology and sought to gather and group the knowledge produced on the subject. To this end, it described the current scenario of the electric energy market in the Brazilian territory, presenting the timeline of this sector and analyzing the market, its regulations, and presenting the active agents, the challenges of operating the sector, and identifying the options available to consumers. of electric energy can act as active entities of the network. After reviewing and analyzing the selected literature, it identified how a customer located in the national market can use current regulations to not only consume energy but also become an active agent in the energy sector. It presented an up-to-date, future-oriented look, where an electric power grid is not just a static system, but can also be a provider of clean energy, ensuring sustainable and continuous social development.

Keywords: 1. Brazilian Energy Market. 2. Prosumer. 3. Active agente of the network.

Lista de figuras

Figura 1 – Linha do Tempo do Setor Elétrico.	15
Figura 2 – Monopólio Natural	16
Figura 3 – As instituições de energia no Brasil.	21
Figura 4 – Infográfico relação entre Agentes do setor de Energia	21
Figura 5 – Infográfico relação entre Agentes do setor de Energia	23
Figura 6 – Mapa SIN Brasil Outubro 2021	24
Figura 7 – Relação entre a disponibilidade de geração solar, eólica e carga na rede	25
Figura 8 – Fluxograma metodologia.	30
Figura 9 – Curva de carga para o consumidor apresentado.	32
Figura 10 – Curva de carga após alterações nos padrões de consumo.	33
Figura 11 – Curva de Preço de energia baseado no tipo de unidade geradora.	34
Figura 12 – Curva de Preço de energia horário em relação à demanda Agosto de 2021	34
Figura 13 – Curva de Preço de energia horário em relação à demanda Novembro 2021.	35
Figura 14 – Evolução do número de consumidores livres e especiais.	36
Figura 15 – Fluxograma - Dinâmica de funcionamento do Programa de resposta da Demanda.	39
Figura 16 – Linha Base resposta da Demanda.	40
Figura 17 – Linha Base resposta da Demanda em dias atípicos.	40

Lista de tabelas

Tabela 1 – Requisitos de potência para se aderir ao mercado livre de energia/ano.	22
Tabela 2 – Dispositivos de um consumidor exemplo.	31
Tabela 3 – Análise Tarifária Consumidor.	32
Tabela 4 – Análise Tarifária Consumidor segundo cenário.	33

Lista de Siglas e Abreviaturas

ESG	<i>Environmental, Social and Corporate Governance</i>
ONS	<i>Operador Nacional do Sistema</i>
EPE	<i>Empresa de Pesquisa Energética</i>
ANACE	<i>Associação Nacional dos Consumidores de Energia</i>
ABRADEE	<i>Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica</i>
AMFORP	<i>American Foreign Power</i>
PUC	<i>Public Utility Commission</i>
CNAEE	<i>Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica</i>
CELESC	<i>Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.</i>
COPEL	<i>Companhia Paranaense de Energia</i>
CEMIG	<i>Companhia Energética de Minas Gerais S.A.</i>
BNDE	<i>Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico</i>
CNPE	<i>Conselho Nacional de Planejamento de Energia</i>
CMSE	<i>Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico</i>
MME	<i>Ministério de Minas e Energia</i>
ANEEL	<i>Agência Nacional de Energia Elétrica</i>
SCEE	<i>Sistema de Compensação de Energia Elétrica</i>
PERS	<i>Programa de Energia Renovável Social</i>
CCEE	<i>Comercialização de Energia Elétrica</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	11
1.1.1	Objetivo Geral	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	A energia elétrica, uma commodity	13
2.1.1	Linha do tempo do setor elétrico	14
2.2	Monopólios Naturais de energia	15
2.3	Mercado de energia	16
2.4	Expansão energética brasileira	17
2.5	A matriz energética brasileira e os desafios de operação.	22
2.6	Desafios de operação	23
2.7	Consumidor: Ente Ativo da Rede	25
3	METODOLOGIA	29
4	ANÁLISE E SUGESTÕES	31
4.1	Consumidores Residenciais	31
4.2	Consumidores Industriais	35
5	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 Introdução

O trabalho realizado pelo homem no mundo passou por diversas mudanças a partir do século XIX. Como será apresentado posteriormente, a descoberta da energia elétrica permitiu que cada vez mais força fosse gerada sem a utilização de mão de obra humana e/ou animal que possibilitou uma rápida revolução industrial e um aumento nas economias do mundo todo. Hoje é difícil imaginar um mundo sem uma lâmpada noturna ou quaisquer aparelhos que dependam de energia elétrica para sua utilização.

Segundo o dicionário Oxford, a Indústria pode ser definida como: “conjunto de atividades econômicas que têm por fim a manipulação e exploração de matérias-primas e fontes energéticas, bem como a transformação de produtos semiacabados em bens de produção ou de consumo.” Logo, a energia elétrica é mais do que uma fonte de trabalho e passou em diversos mercados à ser considerada uma commodity. Porém as redes de transmissão, distribuição e geração de energia são infraestruturas que demandam recursos para sua instalação e não podem ser aumentadas em um curto período. Sendo assim, a rede sofre demasiado estresse para permanecer ativa, principalmente em períodos de ponta [1].

Com base no que será exposto é possível perceber que por muito tempo o consumidor de energia elétrica era considerado por governos, agentes reguladores e entidades de distribuição como um ente passivo em toda a cadeia de energia. Mas uma tendência é vista cada vez mais em vários mercados ao redor do mundo, a tendência de que o consumidor não só pode mas muitas vezes deve ser levado em conta como um agente pensante capaz de identificar os melhores momentos para a utilização desta energia com base em preços regidos pelo mercado, como oferta e demanda ou ainda a cogeração de energia.

A cogeração de energia, segundo Castro, 2009 , pode ser definida como: “A cogeração é a geração simultânea de múltiplas formas de energia útil, normalmente energia elétrica e térmica, num sistema integrado, a partir de uma única fonte primária.” Este tipo de consumidor pode ser também definido como “Prosumer” ou Prosumidor, termo cunhado por Alvin Toffler em 1980. Este termo é uma união das palavras consumidor e produtor, desta forma aumentando os graus de complexidades das redes de distribuição, visto que a rede passa a ter menores cargas sendo entregues ao passo que as linhas precisam de mais inteligência para administrar os fluxos de energia que por ela passam [2].

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo discutir quais opções de tarifas, programas do governo e outras formas de se tornar um agente ativo, estão disponíveis para consumidores, com base nas regulações vigentes e os benefícios que um cliente pode ter ao usufruir destas

alternativas. Consumidores residenciais têm opções de aderirem a tarifas de energia que variam conforme a hora de sua utilização e/ou gerar parte da energia necessária para seu próprio uso. Já consumidores comerciais e/ou industriais possuem, além das opções citadas para clientes residenciais, a possibilidade de realizar transações no Ambiente Livre de comercialização e/ou aderirem a programas de resposta à demanda, caso cumpram os pré requisitos estabelecidos pelos agentes reguladores e apresentados posteriormente para cada programa. Ao mesmo tempo tem como objetivo incentivar a todos os agentes da cadeia de energia um pensamento voltado ao futuro onde uma rede de energia elétrica não é um sistema estático, mas sim um fornecedor de energia limpa, garantindo um desenvolvimento social sustentável e contínuo.

1.1.1 Objetivo Geral

Discutir a participação do consumidor no mercado brasileiro de energia elétrica e verificar a possibilidade deste consumidor atuar como um agente ativo na rede.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Descrever o cenário atual do mercado de energia elétrica no território brasileiro;
2. Apresentar as regulações vigentes, os agentes ativos e os desafios de operação do setor;
3. Identificar as opções disponíveis para que consumidores de energia elétrica possam atuar como entes ativos da rede.

2 Revisão de Literatura

Atualmente, há uma crescente preocupação com aspectos sociais, ambientais e de desenvolvimento sustentável na sociedade globalizada, desta forma surgem políticas e estratégias, tanto nos aspectos empresariais quanto políticos. A ESG (*Environmental, Social and Corporate Governance*) ou em português Ambiente, Social e Governança Corporativa, surge como direção empresarial para essas modalidades, e um dos aspectos que tornam-se mais importantes para atingir estes objetivos está a Energia Elétrica. [3]

De mesmo modo, este segmento é muito importante para toda a humanidade, de tal forma que a ONU a caracteriza em sua carta de número 7 para um desenvolvimento sustentável que pede para que todas as nações vinculadas à organização prezem pela geração de uma energia limpa, de qualidade e com preço acessivo [4].

As redes de transmissão, distribuição e geração de energia são infraestruturas que demandam recursos para sua instalação, são restritas a limitações técnicas como a dificuldade em armazenamento, perdas em seu transporte e normas regulatórias, os quais demandam de planejamento e investimentos de grande porte que não podem ser realizados em um curto período de tempo. Esta seção descreve a linha do tempo do setor energético brasileiro e analisa o mercado e as regulamentações que o envolvem.

2.1 A energia elétrica, uma commodity

Utilizada em todos os processos cotidianos da vida humana moderna, sendo essencial para os processos de industrialização, atendimentos médicos e todos os demais aspectos que regem a vida em sociedade moderna, a energia elétrica é caracterizada como uma commodity pela Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica - ABRADDEE, por ser um produto homogêneo e não apresentar diferenciação [5].

A sua distribuição se apresenta como um monopólio natural, uma vez que sua estrutura física torna economicamente inviável a competição entre dois agentes em uma mesma área de concessão. Os modelos de Regulação Tarifária são concebidos como meio de preservar os interesses dos consumidores, garantir a rentabilidade dos investidores e estimular a eficiência setorial [1].

Existe uma vasta gama de tecnologias e pesquisas sendo realizadas na academia afim de possibilitar o armazenamento de energia elétrica gerada. Destacam-se o Hidrogênio Verde e os bancos de baterias.

Segundo HODGES, et al (2022) a o Hidrogênio Verde é um produto de eletrólise da água, onde uma corrente elétrica é aplicada à água e o resultado é a geração de Hidrogênio e de oxigênio conforme a fórmula 2.1 [6].



Assim pode-se usar a energia gerada de uma fonte limpa como painéis solares e geradores eólicos como fonte de energia primária para este processo e armazenar o resultado da eletrólise, sem nenhuma emissão de gás poluente. Em um outro momento pode-se utilizar, através de sua queima, o hidrogênio armazenado para gerar energia elétrica. Como a queima deste não gera gases poluentes o processo é caracterizado como totalmente livre de gases poluentes. Mas apesar disto os custos para esse tipo de sistema é consideravelmente maior do que os custos para a geração de energia por meio fóssil e a eficiência do processo atualmente esta em torno de 50%. O que dificulta o seu uso como fonte de armazenamento em larga escala [7].

Sistemas de armazenamento de energia em forma de bateria também são outra alternativa que veem ganhando força, tanto no setor privado quanto no setor acadêmico. No dia 16 de março de 2022, o sistema desenvolvido pela empresa Goldman Sachs Renewable Power, que consiste em uma planta fotovoltaica de 300MW e um banco de baterias capazes de armazenar 140.25 MW/561MWh, entrou a disposição das concessionárias de energia no estado da Califórnia nos Estados Unidos [8].

Apenas um dos exemplos de como enormes bancos de baterias estão sendo aplicados para serem capaz de conservar e garantir maior confiabilidades às redes de energia. E que irão crescer cada vez mais nos próximos anos [9]. Principalmente para o Brasil onde este tipo de tecnologia ainda está em estágios iniciais e que são essenciais para um desenvolvimento verde e sustentável do setor [10].

Porém, diferente das commodities usuais, a energia elétrica possui algumas particularidades que a torna única. Com destaque para as questões abaixo:

- Como apresentado anteriormente, energia elétrica ainda não possui grandes estruturas de armazenamento disponíveis contra outras commodities, o que impede um controle sobre a oferta e demanda deste produto à necessidade de consumo [11].
- Pela dificuldade em sua estocagem, a energia elétrica deve ser gerada no momento do seu consumo [11].
- De acordo com a definição dada pela constituição federal no seu artigo 98 toda concessão de uso ou direito real na qual se enquadra a energia elétrica é um bem público, de mesmo modo está é um bem essencial para a vida moderna, ou seja, se não for suprida pode gerar danos à vida humana e a sociedade [11].

2.1.1 Linha do tempo do setor elétrico

Os mercados de energia atuais são frutos de mais de um século de história, com erros e acertos que levaram a culminação dos modelos atuais vigentes na forma como a energia

elétrica é gerada, transmitida e distribuída ao redor do mundo. Tal fato reitera-se pelas divergências que cada país apresenta em suas regulações, frutos de processos únicos que determinaram a maneira como o ser humano relaciona-se com a eletricidade.

No Brasil, o primeiro uso da energia elétrica se deu ainda durante o governo imperial de D. Pedro II com a iluminação da estação ferroviária, hoje denominada, Central do Brasil no Rio de Janeiro [??].

Cavalcante et al. (2019) resume de forma didática, na figura 1, a linha do tempo do Setor Elétrico no Brasil [1].

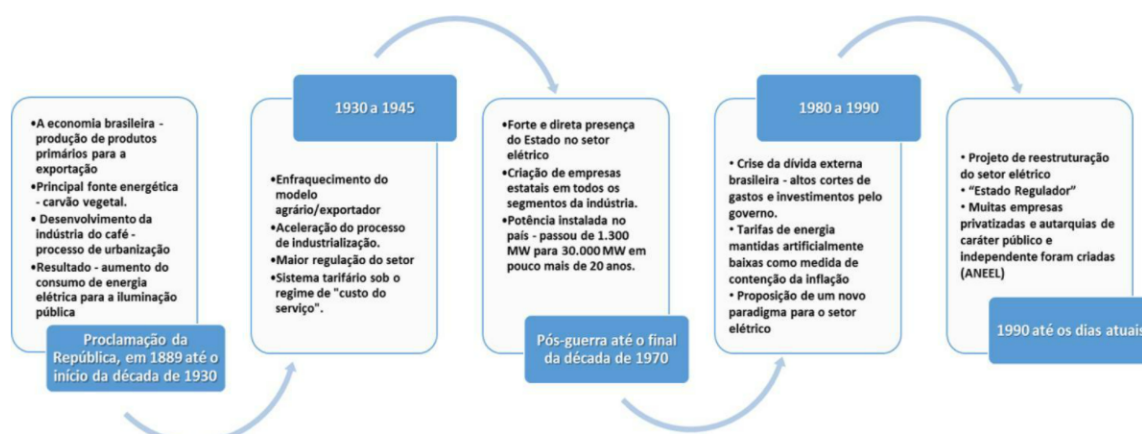


Figura 1 – Linha do Tempo do Setor Elétrico [1].

O que se viu em seguida foi uma proliferação de investimento privado no setor com empresas sendo responsáveis por todos os elos da corrente até a chegada ao consumidor final, ou seja, um mesmo grupo controlava a geração, transmissão e distribuição da eletricidade consumida pelos seus clientes, sendo às redes isoladas uma das outras. Grandes grupos estrangeiros controlavam o mercado, a companhia de origem canadense Grupo Light e a americana American Foreign Power (AMFORP), detiam 81% do total da capacidade instalada no Brasil [12]. Logo, como em várias partes do mundo, um problema se desenvolveu. O custo de instalar uma nova geradora de energia era muito maior do que o custo médio de adicionar um novo consumidor à rede existente. Assim uma grande barreira de entrada surgiu e os preços começaram a baixar, gerando o que é tipicamente conhecido na literatura como monopólio natural [13].

2.2 Monopólios Naturais de energia

Segundo a definição de monopólios de Nogami (et al 2006) o mercado de energia forma essa estrutura devido a existência de obstáculos à entrada de novas empresas neste ramo. Isso é causado principalmente pela existência neste ambiente de uma “Economia de Escala” o que também é conhecido na literatura como “Monopólios Naturais”, ou seja, a curva de custo médio de longo prazo da entidade atuante no mercado é decrescente. Ao

relacionar essa tendência com os custos unitários (médios) da companhia este também a acompanha. Assim uma empresa com vasta estrutura poderá cobrar menos por um serviço do que uma empresa menor, ao passo que o custo de adicionar uma unidade para uma empresa monopolista é muito menor do que o custo unitário adicional de uma empresa menor. Este detalhe pode ser visto na Figura 2 [14].

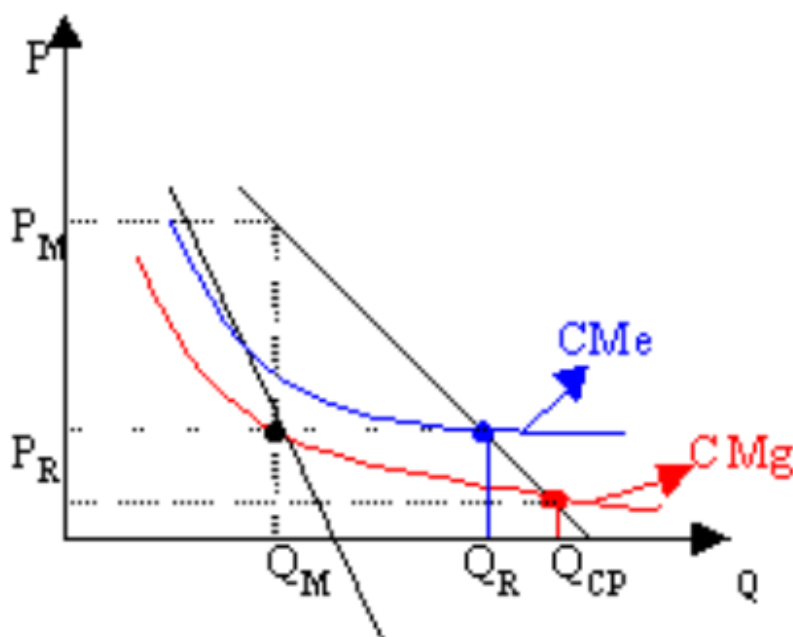


Figura 2 – Monopólio Natural [15]

Devido a tal natureza, a formação de preços em um mercado de energia regulado geralmente é constituída de ações por parte de agências reguladoras que determinam tarifas padrões a fim de garantir a empresa um lucro mínimo para cobrir os custos da companhia e uma taxa de retorno ao capital aceitável, evitando assim uma ação prejudicial sobre o consumidor por parte da empresa.

2.3 Mercado de energia

No mundo, a confirmação de tendências inicia nos Estados Unidos onde a criação da primeira Public Utility Commission (PUC) em 1907 nos estados de Nova York e de Wisconsin. O modelo foi adotado no restante do país de tal maneira que em 1922 havia 45 PUCs estabelecidas nos estados americanos [16].

No Brasil tais movimentos iniciam ainda no governo de Getúlio Vargas, com uma política nacionalista que visava aumentar os segmentos de indústria no Brasil, investimento em petróleo e principalmente siderurgia, necessitava ainda aumentar a oferta de energia. Essa política gerou conflito de interesses entre as empresas já consolidadas e as que pretendiam atuar no setor, uma vez que visavam o aumento da oferta de energia, porém com

garantias de fornecimento e estabilidade de preços para os setores já conectados à rede [17].

Inicialmente as políticas de regulação se limitaram a tirar os poderes reguladores dos estados e municípios passando essa autoridade para o governo federal, que controlava os serviços e tarifas das empresas do ramo. Rapidamente as ações evoluíram para dar a União o direito sobre todos os córregos e rios passíveis de geração de energia elétrica.

Em 1934, foi promulgado o Código das Águas. Dividido em três livros, o código regulamenta em seu primeiro livro sobre as águas em geral, o segundo sobre o aproveitamento das águas. Já o terceiro livro trata em específico da força e da regulamentação hidráulica e com isso promoveu alterações substanciais quanto ao regime de concessões e deu ao poder público a possibilidade de um controle mais rigoroso do setor energético. O código das Águas permanece até os dias atuais como instrumento legal básico de regulamentação e os princípios básicos que regem o exercício da produção e distribuição de energia elétrica estão descritos no artigo 178 do código. Sendo assim, data do início do século o aparecimento dos primeiros textos legais sobre a matéria produzidos no Brasil e coube ao jurista Alfredo Valadão os primeiros escritos inspirados na doutrina jurídica norte-americana [18].

O conjunto de regimentos implementados gerava concessões, que somente poderiam ser dadas a brasileiros ou empresas organizadas no Brasil, para exploração econômica sobre os cursos destas. Assim, em um primeiro momento indiretamente, determinou que a principal fonte da matriz energética brasileira viria a ser então a matriz hidráulica.

O Código de águas também determinou como seriam as cobranças passíveis sobre os mercados de energia, sendo escolhido o modelo de “serviço pelo custo”, ou seja, às empresas operadoras do mercado, poderiam cobrar dos consumidores todos os custos sobre a atividade: despesas e operações, reserva para depreciação e remuneração sobre o capital. Criou também o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), agente que serviria como ente à orientar a exploração dos recursos nacionais.

2.4 Expansão energética brasileira

Os conflitos gerados pelo aumento da intervenção do estado sobre o mercado levaram a diminuição por parte dos agentes privados em investimentos. O que gerou crises e racionamentos de energia, principalmente na cidade do Rio de Janeiro onde foram determinados cortes semanais para todas as indústrias através de cortes de circuitos que gerou crises sociais com diminuição de salários e trabalhos [19].

Isso culminou no que se tornaria um fator predominante na expansão energética brasileira, o grande investimento estatal na construção de grandes geradoras de energia. Estas também necessitavam de grandes linhas de transmissão para levar a energia gerada em locais remotos para os grandes centros industriais do país. O controle das distribuições

de energia também foi gradativamente transmitido para os estados, onde empresas de capital público foram geradas para esse objetivo, destacam-se aqui a CELESC, COPEL, CEMIG, etc.

Assim passa-se um período onde às concessionárias de energia, agora a grande maioria pertencente aos governos estaduais, dividiam às taxas de transmissão o que culminou no modelo de cooperação entre os entes do setor e não de competição e isso só foi possível pela criação de monopólios regionais sobre as distribuições de energia regidos pela agência nacional reguladora [12].

As décadas após a implementação deste modelo foram relativamente estáveis, tanto no Brasil como nos Estados Unidos. No primeiro, viu-se uma grande expansão da rede de geração de energia motivada pelos baixos juros de financiamentos públicos pelo então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE). Proliferou-se também às linhas de transmissão de alta tensão, principalmente na região sudeste-sul que serviam para interligar as grandes hidrelétricas como Furnas, localizada no estado de Minas Gerais com 1,2 MW de potência que entrou em operação em 1970 e a usina de Itaipu cujas obras se iniciaram em 1973 no Paraná.

Com o objetivo de gerir os investimentos nas grandes geradoras, o governo criou a Eletrobrás que desde então foi responsável pelos estudos, projetos de construção e operação [20].

Porém o curto período de estabilidade do setor foi seguido de uma nova crise. Iniciando-se em 1973 nos Estados Unidos quando os países produtores de petróleo causaram uma alta nos preços dessa commodity gerando uma alta nos preços de energia para os consumidores finais, pois até então a matriz americana era quase que completamente dependente de térmicas movidas à gás natural. Essas ações levaram a abertura do mercado americano em 1992 com o objetivo de estimular a competição [16].

Este primeiro impacto não foi sentido diretamente pelo mercado energético brasileiro, porém, em 1979 quando o segundo choque do petróleo, quando o Irã, maior produtor desta commodity até então, deixa de vender aos mercados externos, leva o mundo a uma alta nos juros sobre capital investido. Essa alta nos juros causou uma diminuição no PIB brasileiro entre 1981-1982, visto que à época, muito do capital estrangeiro no país estavam atrelados ao preço do petróleo, causando uma desvalorização da moeda local, período esse que é conhecido como a década perdida.

Esse período ficou marcado na economia brasileira pela alta inflação, as imposições do FMI na economia, instabilidade monetária e cambial além de uma maxidesvalorização da moeda nacional em 1983 [21]. O impacto dessa crise no setor se deve ao fato que o grau de estatização era tal que permitia o seu uso para fins políticos, assim com o objetivo de controlar a inflação o governo reduzia as tarifas vigentes às concessionárias e também gradativamente incentivou que elas tomassem empréstimos que consumaram em inadimplência e perda de eficiência [22].

Como descreve Cavalcante et al 2019:

Por conta das crises de petróleo, desde a década de 70, a maioria das medidas de eficiência energética foi adotada, voluntariamente, pelo setor. Nos anos 90, em todo o mundo, surgiram iniciativas para modificar a estrutura institucional dos setores elétrico e de gás com o objetivo de criar ambientes competitivos para produção, importação e comercialização de eletricidade ou gás natural. Essa conjuntura favoreceu o surgimento de programas em eficiência energética, transformando o mercado [1].

Costa (2018) afirma que apesar de o Brasil possuir uma vasta produção energética, seja hidráulica (na maior parte do país) ou de outras fontes energéticas como eólica ou usinas termoelétricas, alguns episódios marcaram a sua má distribuição ou a forma irracional de utilizá-la, como consumidores [23].

Assim, com um sistema em crise, não só no Brasil, repetidas experiências de aprendizado com o sistema elétrico exigiram que os agentes reguladores tomassem medidas para planejar mercados que se adequassem a esta nova realidade.

Um dos parâmetros que se destacavam mundo afora era o surgimento de mercados competitivos de energia.

Para que tal ambiente existisse, certas regras deveriam ser criadas a fim de proteger o mercado e os consumidores que nele ingressarem e algumas regras foram propostas. Para Joskow (2008) podem se destacar: a separação entre os segmentos de energia que possuem potencial competitivo, por exemplo a geração de energia separada da transmissão e da distribuição (modelo posteriormente parcialmente adotado pelo Brasil); Privatização de monopólios que são de propriedades de governos; O controle sobre as operações de energia ante um órgão; Criação de agências regulatórias independentes [24].

Outros pensadores como Poudineh (2019) sugerem que um mercado livre, competitivo, deve prezar por diminuir as barreiras de entrada para os entes competitivos, garantindo por exemplo o acesso a rede de distribuição e transmissão existentes; deve ainda, incentivar a participação ativa do consumidor sobre os sistemas, com maior informação sobre um mercado que, na sua maior parte, não é de fácil entendimento para a maioria dos usuários [25].

Os últimos anos no Brasil foram marcados por diversas intervenções no mercado por parte de agentes regulatórios com o objetivo de modernizar a dinâmica que a envolve, com alguns erros e acertos, como os racionamentos do início do século XXI. Sendo assim o modelo atual do sistema é composto por:

- Conselho Nacional de Planejamento de Energia (CNPE): Conselho que, presidido pelo Ministério de Minas e Energia, é responsável por auxiliar e definir estratégias de planejamento de energia junto ao presidente da república.

- Ministério de Minas e Energia (MME): é um braço do poder executivo, ministério definido pelo presidente da república que lida com todos os assuntos de energia no país, responsável por seguir às implementações das estratégias aprovadas pelo CNPE.
- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE): Órgão criado em 2004, devido a grande crise que levou o país a drásticos racionamentos, tem por objetivo garantir que o suprimento de energia não seja comprometido por políticas implementadas, é ligado ao MME e demais instituições.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE): Com as privatizações que ocorreram anteriormente e durante as reformas, foi criada a EPE para garantir que o investimento no setor energético não ficaria comprometido. Assim a empresa pública tem como objetivo realizar pesquisas que visam garantir a execução do planejamento estratégico da energia definido pelos outros órgãos, tais pesquisas abrangem desde a implementação de uma nova hidrelétrica como também às licenças ambientais e demais assuntos referentes à infraestrutura do setor.
- Operador Nacional do Sistema (ONS): Órgão que surge na primeira década do século XXI, controla e coordena as instalações de geração e transmissão em todo o território brasileiro.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL): Foi criada também uma agência independente para a regulação do setor, está é responsável por fiscalizar e regular a produção, transmissão e distribuição da energia elétrica no Brasil.
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE): Criada em 2004, atua como agente independente que torna possível a comercialização da energia elétrica.

Na Figura 3 pode-se encontrar uma demonstração visual sobre as principais instituições citadas até aqui e com quem se relacionam.

As regulações também definiram os agentes ativos do setor, ou seja, aqueles que participam diretamente seja no uso da energia, na sua produção, transmissão e/ou na comercialização. A Figura 4 apresenta um infográfico resumido com esses agentes.

Nota-se que o sistema é dividido em quatro grande composições:

- Geração: São os agentes responsáveis pela geração de energia, estes podem ser desde grandes conglomerados como a usina de Itaipu ou até mesmo pequenas centrais produtoras. São entes competitivos, ou seja, estão sujeitos às regras de mercado, vendem o produto de sua atuação (energia gerada) na CCEE através de leilões regulados, para concessionárias de energia, ou vendem para os consumidores em ambiente livre através de contratos de fornecimento de energia.



Figura 3 – As instituições de energia no Brasil [26].

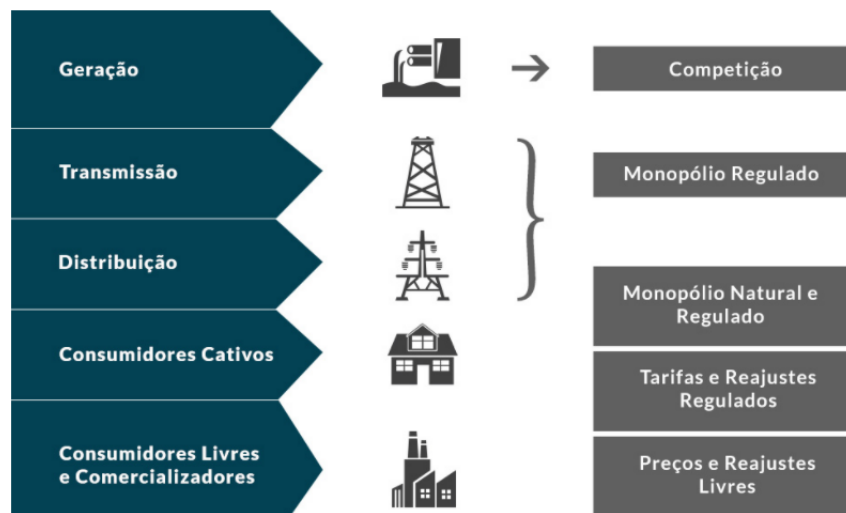


Figura 4 – Infográfico relação entre Agentes do setor de Energia [26].

- **Transmissão**: São empresas responsáveis por implementar a linha de transmissão e operação das mesmas para garantir que a energia gerada chegue aos principais pontos de utilização desta, estas empresas são reguladas, ou seja, não possuem competição natural de mercado, atuam como concessão por parte da ANEEL por 30 anos para exploração econômica das redes.
- **Distribuição**: As distribuidoras são empresas responsáveis por distribuir a energia elétrica entre os consumidores finais dentro de uma determinada localidade, pertencentes a um ambiente econômico de monopólio natural tem suas atividades fiscalizadas e fortemente reguladas pela ANEEL.
- **Consumidores**: Os agentes do mercado que usam a energia gerada, seja para transformação de bens em indústria ou consumo final como em casos residenciais.
- **Livres**: Consumidores com alta carga instalada, 500 kW ou mais, são subdivididos em duas categorias:

- Livres especiais: estão entre 500 kW e 1000 kW somente podem entrar no ambiente de comercialização livre para a compra de energias renováveis.

- Totalmente Livres: Clientes com mais de 1000 kW de demanda podem entrar no ambiente totalmente livre, escolhendo seu gerador via contrato junto a CCEE. Estes correspondem a 33.8% da energia consumida no Brasil [27].

Existe um planejamento para desregulamentação do setor, definido pela portaria MME 465/2019, os requisitos para entrada no mercado livre no futuro será dada pela tabela 1:

Tabela 1 – Requisitos de potência para se aderir ao mercado livre de energia/ano.

Ano	Potência Mínima para entrar no mercado totalmente livre
2022	1MW
2023	0,5MW
2024	A definir

- Cativos: Consumidores que não atendem às regras anteriores e devem permanecer sobre os serviços das distribuidoras locais. Correspondendo a 66.2% do consumo de energia do país dos quais 44% destes são consumidores residenciais [27].

2.5 A matriz energética brasileira e os desafios de operação.

Com o histórico apresentado anteriormente, a matriz energética desenvolvida no país caminhou para um nível diferente da maioria dos países no mundo. Com os grandes investimentos realizados nas décadas de 70 e 80 o Brasil tornou-se dependente da energia hídrica como fonte principal de energia com cerca de 63,1% da capacidade instalada no sistema [28].

A figura 5 é uma representação do Operador Nacional do Sistema sobre a matriz energética brasileira atualmente e às projeções de expansão da geração até 2025. Nota-se ainda uma grande dependência da matriz hídrica, porém um avanço considerável de fontes de energia não armazenáveis como a eólica, projetada para 13,9% do total de capacidade instalada e também energia solar que tem projeção de aumentar 2% nos próximos anos a sua representação.

A concentração de geração no país está localizada nos eixos sudeste e centro-oeste. Tais regiões contavam com grandes bacias hidrográficas com desníveis que foram responsáveis por seu grande aproveitamento nas fases de expansão do sistema energético brasileiro. Posteriormente o subsistema sul foi desenvolvido e vinculado à rede nacional de transmissão, grande parte devido a construção da Itaipu Binacional. O subsistema nordeste,

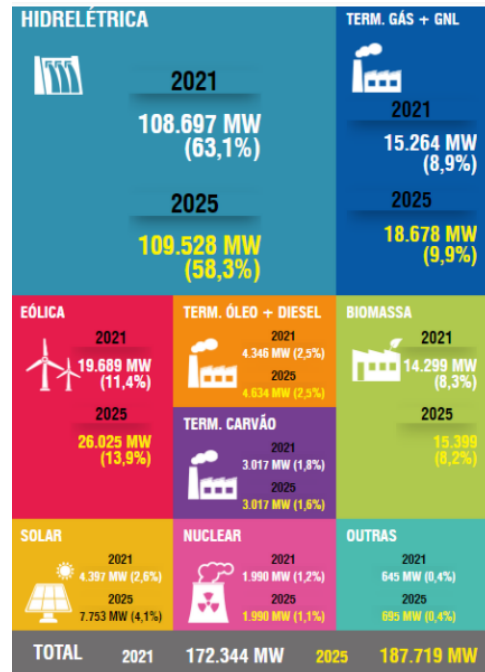


Figura 5 – Infográfico relação entre Agentes do setor de Energia [28].

inicialmente surge como um sistema isolado e se desenvolve posteriormente no período entre séculos principalmente com a expansão do sistema eólico na região e a inauguração da rede de transmissão norte sul que passou a interligar os sistemas isolados da região com o restante do país. Atualmente ainda existem cerca de 237 sistemas isolados no país, em sua maioria na região norte.

Ao conjunto de redes de transmissão interligadas é dado o nome de Sistema Interligados Nacional (SIN). O SIN atende hoje a cerca de 99% da carga consumida no Brasil e é operado pelo Operador Nacional do Sistema, sendo em números e em dimensões o maior sistema de operação do mundo controlado por uma única entidade. Na Figura 6 é possível analisar as dimensões do SIN e as suas principais linhas de transmissão.

2.6 Desafios de operação

Com o avanço das energias conhecidas como renováveis e também com o aumento do número de usinas a fio d'água, ou seja, usinas elétricas que não possuem reservatório de água para controlar as vazões do fluxo de água no rio, levam a cenários de controle da operação da energia brasileira em cenários adversos e também ao planejamento da entrega da energia ao consumidor.

O maior exemplo desta guinada na produção de grandes usinas é a usina de Belo Monte, inaugurada em 2018, que possui capacidade instalada de 11 MW, sendo a maior hidrelétrica 100% brasileira, possui um pequeno lago quando comparado ao lago projetado inicialmente. Tal guinada foi devido a preocupações socioambientais e para maior



Figura 6 – Mapa SIN Brasil Outubro 2021 [28].

eficiência na capacidade de geração [29]. Porém tal tipo de situação impede ao operador do sistema um controle sobre as projeções de secas e/ou chuvas, estando limitado ao fluxo de água presente no momento da operação.

No ano de 2021, frente a um mínimo histórico de chuvas em todo o país, a usina de Belo Monte teve que limitar sua operação a apenas meia turbina frente às 18 instaladas, ou seja 300Wh frente ao potencial de 11 MW [30]. Projetada para atender a 13% de todo o consumo nacional, limitar-se à capacidade de geração momentânea.

Outro desafio enfrentado se dá pela impossibilidade de despacho da energia eólica ou solar, ou seja, às usinas deste tipo não podem ser acionadas em qualquer momento quando a rede solicitar, mas sim somente podem ser acionadas nos momentos em que a fonte da energia, no caso o sol ou o vento estiverem atuando sobre a planta.

Na Figura 7 pode-se notar a relação entre o consumo médio da região nordeste frente a capacidade de geração das usinas eólicas e solares, nota-se então que no momento de maior demanda existe uma baixa disponibilidade eólica e nenhuma disponibilidade solar [31].

Sendo assim, existe uma necessidade de entender, projetar e tratar opções para gerar um sistema de energia robusto frente às mudanças nos padrões de geração e consumo nas novas realidades com mais disponibilidade de energia não despachável, além de um maior custo de energia despachável como às usinas a gás e a carvão, estas também tendem a ser mais poluentes. Que são usadas como fontes alternativas frente à incerteza quanto às

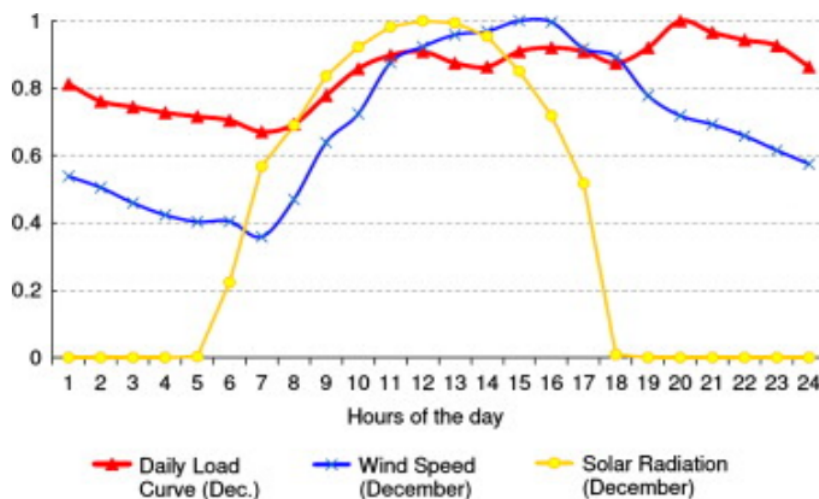


Figura 7 – Relação entre a disponibilidade de geração solar, eólica e carga na rede [31].

chuvas e armazenamento dos sistemas hidráulicos.

Nesse sentido, é possível afirmar que conservar e racionalizar energia elétrica, corroborando com Costa [23], não significa redução do conforto e/ou privação dos benefícios que ela proporciona. Estimular a criação de mecanismos que estimulem a conservação de energia implica na transformação da sociedade do desperdício numa sociedade mais racional que priorize a utilização de seus recursos globais de forma sustentável. Além disso, a conservação pode conduzir à redução da necessidade de novas centrais de geração de energia elétrica, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

2.7 Consumidor: Ente Ativo da Rede

É considerado consumidor todo o agente do mercado que usa a energia gerada, seja para transformação de bens em indústria ou consumo final como em casos residenciais.

Os consumidores de energia foram caracterizados por Figueiró (2013), em função do consumo e tensão que utilizam podendo ser caracterizados por consumirem baixa, média e alta tensão. Inicialmente, todos os que consumiam média e alta tensão tinham seu consumo tarifado partindo de sinalizações diferenciadas de hora, dias da semana e período do ano, enquanto os consumidores de baixa tensão eram tarifados por uma tarifa que independe dessas variáveis. O autor salienta ainda que os consumidores de baixa tensão, por uma maior concentração de consumo em momentos específicos, compreendem o grupo responsável pelos maiores investimentos na ampliação do sistema de distribuição de energia [32].

Tornar esse consumidor um ente ativo da rede é uma preocupação cada vez mais constante, pois a sua participação final já não é mais a de apenas receber a energia como consumo.

O aumento de consumidores que também geram a sua energia com placas solares é um tema recorrente na academia, da mesma forma que outras ações como a resposta à demanda são cada vez mais comuns em fóruns e discussões.

Tendo em vista a necessidade de regulamentação desse novo modelo de geração de energia, foi sancionada a LEI N^o 14.300, de 6 de janeiro de 2022 que instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS) [33]; altera as Leis n^{os} 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Essa lei estabelece:

“ [...] Art. 12. A cada ciclo de faturamento, para cada posto tarifário, a concessionária de distribuição de energia elétrica, conforme o caso, deve apurar o montante de energia elétrica ativa consumido e o montante de energia elétrica ativa injetado na rede pela unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em sua respectiva área de concessão.

§ 1^o O excedente de energia elétrica de um posto tarifário deve ser inicialmente alocado no mesmo posto tarifário e sequencialmente para outros postos tarifários da mesma unidade consumidora que gerou a energia elétrica e, posteriormente, para uma ou mais das opções a seguir:

I – mesma unidade consumidora que injetou a energia elétrica, para ser utilizado em ciclos de faturamento subsequentes, transformando-se em créditos de energia elétrica;

II – outras unidades consumidoras do mesmo consumidor-gerador, inclusive matriz e filiais, atendidas pela mesma concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica;

III – outras unidades consumidoras localizadas no empreendimento com múltiplas unidades consumidoras que injetou a energia elétrica; ou

IV – unidades consumidoras de titular integrante de geração compartilhada atendidas pela mesma concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica.

§ 2^o No caso de excedente de energia a que se refere o § 1^o deste artigo, quando a unidade consumidora estiver em local diferente da geração, o faturamento deve considerar a energia consumida, deduzidos o percentual de energia excedente alocado a essa unidade consumidora e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso.

§ 3^o Sempre que o excedente ou o crédito de energia elétrica forem utilizados em unidade consumidora do Grupo A, em postos tarifários distintos do que foi

gerado, deve-se observar a relação entre as componentes tarifárias que recuperem os custos pela compra de energia elétrica para revenda ao consumidor e respectivos encargos do posto em que a energia elétrica foi gerada e a do posto em que foi alocada, aplicável à unidade consumidora que os recebeu.

§ 4º O consumidor-gerador titular da unidade consumidora onde se encontra instalada a microgeração ou minigeração distribuída pode solicitar alteração dos percentuais ou da ordem de utilização dos excedentes de energia elétrica ou realocar os excedentes para outra unidade consumidora do mesmo titular, de que trata o § 1º deste artigo, perante a concessionária ou permissionária de distribuição de energia elétrica, e esta terá até 30 (trinta) dias para operacionalizar o procedimento.”

Segundo Jacobs, 2016, duas características que regem essa atividade do consumidor dentro da rede de energia são: a autonomia e participação no mercado. A autonomia é dada pela possibilidade deste consumidor de tomar maiores decisões quanto ao seu consumo de energia do que os demais, podendo tomar decisões para regular o seu consumo ou gerar a própria energia [34].

Estas ações por sua vez também interferem na sua relação com o mercado. Ainda, o tamanho do consumidor é um fator importante na capacidade de decisão que este agente pode ter, divididos entre comercial, residencial e industrial, quanto maior a demanda de energia necessária para alimentar a carga elétrica instalada em um consumidor maior serão as possibilidades que um cliente terá.

A divisão de grupos de consumidores é definida pelas regras vigentes da ANEEL. No território Catarinense, a concessionária de energia CELESC assim define o grupamentos Residencial, pertencente ao grupo B:

“Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômnia e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo B1 - residencial;
- b) subgrupo B2 - rural;
- c) subgrupo B3 - demais classes; e
- d) subgrupo B4 - Iluminação pública [35].”

Já, ainda segundo a CELESC, o Grupo A é determinado por:

“Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômnia e subdividido nos seguintes subgrupos:

- subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;
- subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV; e
- subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição [35].”

Para adequar a classificação dada por Jacobs, podemos relacionar o grupo Residencial no Brasil ao grupamento B de sua classificação, enquanto o Comercial e Industrial são agrupados no grupo A com a sua subclassificação dada pela sua tensão de fornecimento.

Consumidores residenciais possuem atualmente duas opções na contratação da sua energia, às denominadas tarifas normais e tarifas brancas [36]. A primeira é uma tarifa de energia cobrada por consumo de energia medidos em kWh. Já a segunda, a energia possui preços diferentes pela hora do dia, sendo os horários de ponta, intermediário e fora de ponta, cada uma com um preço único que age como estimulador para que o cliente seja uma parte ativa da rede, ao baixar o preço em horários com menos demanda o consumo é então incentivado nestes momentos.

3 Metodologia

O presente estudo pode ser caracterizado como uma Revisão Narrativa de Literatura. A escolha desta metodologia teve por finalidade reunir e agrupar o conhecimento científico produzido até aqui sobre o mercado brasileiro de energia e quais as opções estão disponíveis para os seus consumidores.

Esse tipo de pesquisa possui caráter revisional e consiste em realizar um apanhado geral sobre o tema de pesquisa. Nesse sentido, não pode ser considerado apenas uma mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas sim, um exame sobre o tema sob novo enfoque ou abordagem onde o pesquisador pode chegar a conclusões inovadoras [37].

Como descreve Rother (2007), esse tipo de revisão busca “descrever e discutir o desenvolvimento ou o ‘estado da arte’ de um determinado assunto, sob o ponto de vista teórico ou contextual” e envolve a tentativa do pesquisador de identificar a produção acadêmica relevante sobre um determinado tema.

A revisão narrativa, de forma geral, não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura. A seleção dos materiais e dos estudos geralmente não esgotam as fontes de informações por não exigir do pesquisador métodos de busca sofisticadas e exaustivas. Diante dessa flexibilização, as interpretações das informações podem estar sujeitas à subjetividade do autor. Nesse sentido tem sido considerada uma metodologia adequada para a fundamentação teórica de trabalhos de conclusão de cursos de um modo geral [38].

O estudo realizado procurou responder o seguinte questionamento: como funciona e quais as opções para reduzir custos estão disponíveis aos clientes/consumidores do mercado brasileiro de energia. A coleta de dados foi realizada entre outubro/2020 e fevereiro/2022, realizado de forma não sistemática durante o período. Foram pesquisadas bases de dados científicas, tais como: Scielo, Google acadêmico, Acervo BU/UFSC. Foram utilizadas durante as buscas os seguintes conceitos-chave: mercado de energia, consumidor no mercado de energia, eletricidade, resposta à demanda, história da energia. Os dados foram complementados pela leitura de indicações de artigos e publicações indicados por especialistas na temática. Por fim, estes materiais foram lidos na íntegra, categorizados e analisados criticamente para a elaboração final do texto apresentado tal como apresentado no Fluxograma da figura 8.

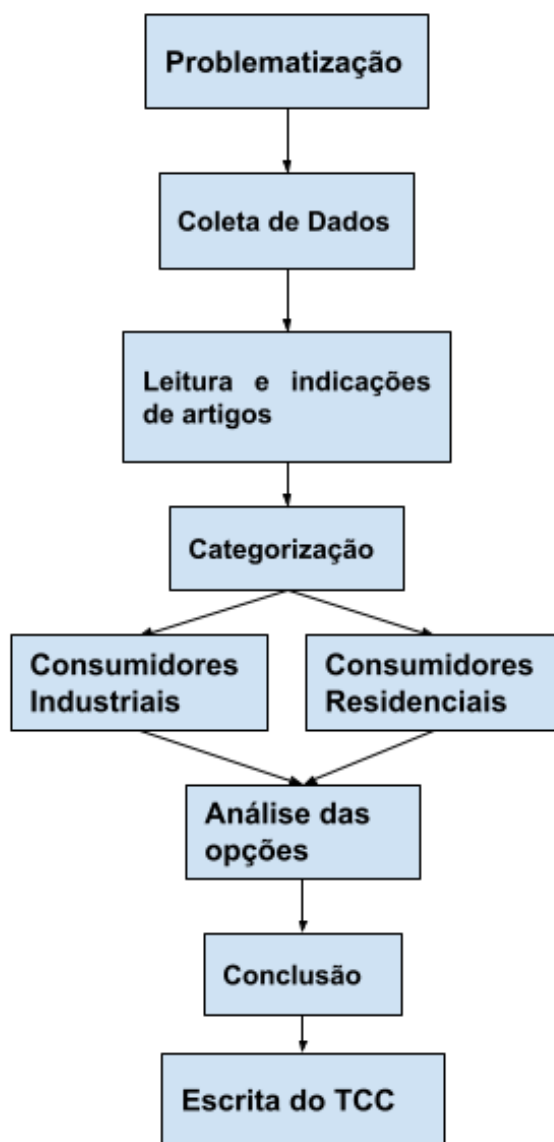


Figura 8 – Fluxograma metodologia. Fonte: O Autor.

4 Análise e Sugestões

O mercado de energia no Brasil é um sistema dinâmico que está sempre em movimento e acompanhando tendências e estudos para sua melhoria. Nessa seção apresentamos uma breve análise das regulações vigentes, dos agentes ativos do setor e os seus desafios de operação. Pretende, ainda, identificar as opções disponíveis para que consumidores de energia elétrica possam atuar como entes ativos da rede. Conforme citado anteriormente as divisões entre consumidores podem ser tratadas como: Consumidores Residenciais e Consumidores Industriais.

Cada um destes segmentos possuem características e oportunidades distintas entre-si quando analisadas. Sendo assim as formas como um consumidor pode se tornar um agente ativo do sistema serão tratadas separadamente.

4.1 Consumidores Residenciais

Para efeitos deste trabalho, será usado uma unidade consumidora fictícia cujo equipamentos instalados são apresentados na Tabela 2, cujo valores de consumo são dados pelo INMETRO. Esta unidade está sobre a área de atuação da distribuidora CELESC e é também um consumidor pequeno, residencial, cujas tarifas vigentes em Janeiro de 2022 foram usadas para fins de análise tarifária.

Tabela 2 – Dispositivos de um consumidor exemplo.

Equipamento	Quantidade	Potência Ativa (kW)	Potência em Stand By	Tempo de uso/tempo em Stand by (h)
Lâmpada LED	8	0.008	-	9
Lâmpada LED	9	0.0035	-	0.5
Chuveiro	1	7.5	0	0.5
Monitor	1	0.0181	0.0045	6/18
Microondas Electrolux	1	1	<0.001	0.1
Geladeira	1	0.08	-	24
Televisão Smart 55 LCD	1	0.15	<0.001	7/17
Televisão Smart 32 LED	1	0.04	<0.001	1/23
Roteador WIFI	1	0.012	-	24
Roteador NET	1	0.015	-	24
Ventilador	1	0.15	-	8

Com a curva de carga deste consumidor sendo dada pela multiplicação entre a potência de consumo ativa dos eletrodomésticos e o tempo em que elas permanecem ativas somados com a multiplicação entre potência de consumo dos equipamentos em standby e a seu tempo nesse estado, o que gera um consumo de aproximadamente 9 kWh por dia, sendo uma família de 2 pessoas que usam o chuveiro por 15 minutos cada e sempre em sequência

um do outro. Sobre os preços da tarifa vigente em 2021, este consumidor teria um custo médio diário de R\$4.79 sem impostos como apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Análise Tarifária Consumidor.

		R\$/kWh	Consumo Diário	Custo Total Diário	Consumo Mensal	Custo Total
Tarifa Residencial		0.53224	9.006	4.79	270.18	143.80
Impostos	Classe Residencial: consumo até 150 kWh	12%		0.57		9.580
	Classe Residencial: consumo acima 150 kWh	25%		1.20		15.99
					Total	169.37
Tarifa Branca	Ponta	0.92462	4.4105	4.08	132.315	122.34
	Intermediário	0.60092	0.3024	0.18	9.072	5.45
	Fora de Ponta	0.45554	4.344	1.98	130.32	59.37
Impostos	Classe Residencial: consumo até 150 kWh	12%				12.40
	Classe Residencial: consumo acima 150 kWh	25%				10.06
					Total	209.61

$$CustoFinal = \frac{TarifaHomologada}{1 - [Impostos]} * kWh \quad (4.1)$$

Usando-se da fórmula 4.1 com a curva de carga apresentada na Figura 9 o preço médio sobre a tarifa branca desse mesmo cliente será R\$ 6,24. Portanto, com este padrão de consumo o cliente tem mais vantagem estando na tarifa residencial padrão tendo um desconto de R\$1.45.

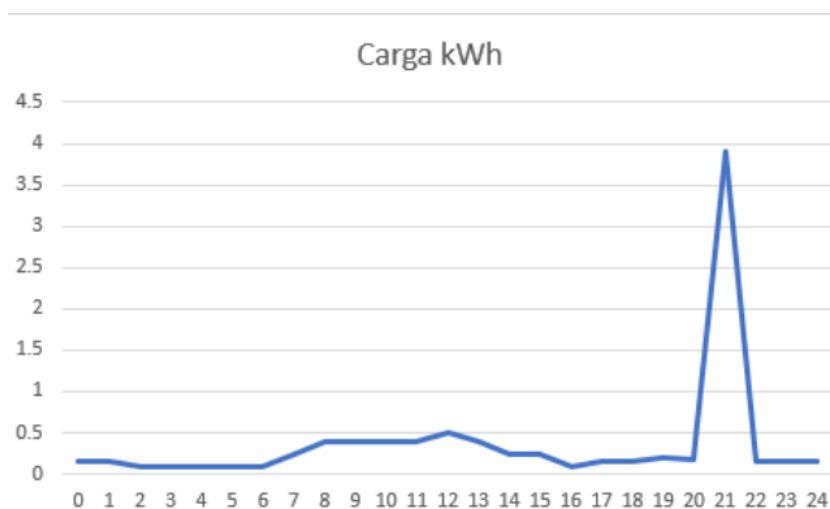


Figura 9 – Curva de carga para o consumidor apresentado. Fonte: O Autor.

Migrando o consumo do chuveiro para após o horário de pico este cliente passaria à nova curva de carga apresentada na Figura 10. Este cliente terá o mesmo consumo no final do mês porém seu custo médio/dia será de R\$ 4.48 Reduzindo o consumo quando comparado à tarifa padrão em R\$0.31/dia apenas alterando seu padrão de consumo.

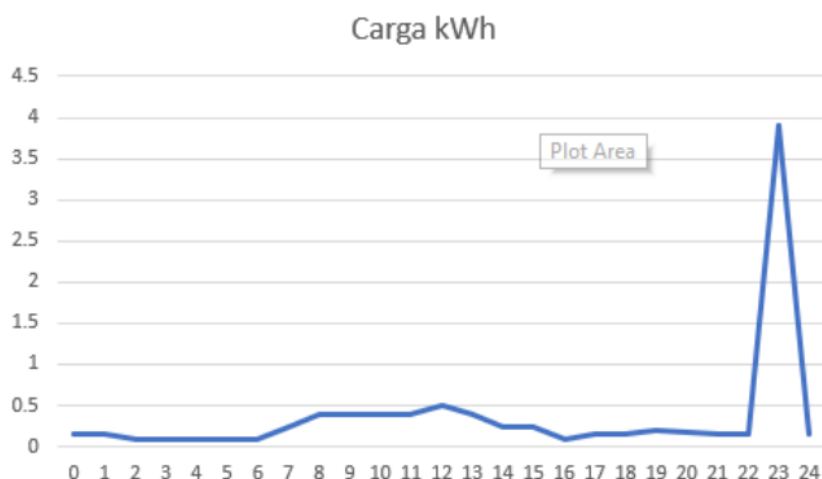


Figura 10 – Curva de carga após alterações nos padrões de consumo. Fonte: O Autor.

Logo isso geraria uma redução de 11.14% na conta diária do cliente como apresentada na tabela 4.

Tabela 4 – Análise Tarifária Consumidor segundo cenário.

		R\$/kWh	Consumo Diário	Custo Total Diário	Consumo Mensal	Custo Total
Tarifa Residencial		0.53224	9.006	4.79	270.18	143.80
Impostos	Classe Residencial: consumo até 150 kWh	12%		0.57		9.580
	Classe Residencial: consumo acima 150 kWh	25%		1.20		15.99
					Total	169.37
Tarifa Branca	Ponta	0.92462	0.6605	0.61	19.815	18.32
	Intermediário	0.60092	0.3024	0.18	9.072	5.45
	Fora de Ponta	0.45554	8.94	3.69	242.82	110.61
Impostos	Classe Residencial: consumo até 150 kWh	12%				8.90
	Classe Residencial: consumo acima 150 kWh	25%				7.22
					Total	150.50

Sobre o ponto de vista das concessionárias e para o operador do sistema, o incentivo ao cliente para modificar o seu consumo para momentos do dia fora de pico influenciam o preço de maneira positiva, ao exigir menos a ativação de térmicas, que no sistema brasileiro, são as alternativas costumeiras aos excessos de demanda nesses horários. Porém tal fato não é isolado ao mercado brasileiro, como visto na Figura 11 é possível ver a relação entre preço e demanda em um mercado alemão que relaciona o preço horário da energia com o tipo de matriz energética acionada para suprir a demanda.

Nota-se que o preço da energia sobe à medida que novos picos de demanda são encontrados, porém a redução do preço nem sempre acompanha a queda na demanda, pois certas alternativas de geração precisam de um tempo mínimo ativos mesmo que a demanda reduza. No horário 06:00 do dia 07/05/2019, há um aumento de demanda (linha azul) e por consequência um aumento na linha de preço (linha vermelha), neste momento o aumento da demanda é compensada pelo operador com usinas hidroelétricas e quando

a queda da demanda acontece a linha de preço também ocorre. Porém em outro exemplo, no dia 09/05/2019 às 10:30 há um aumento da demanda que é compensado com o acionamento de térmicas movidas à gás natural, com a queda da demanda nota-se que a queda no preço não possui a mesma inclinação.

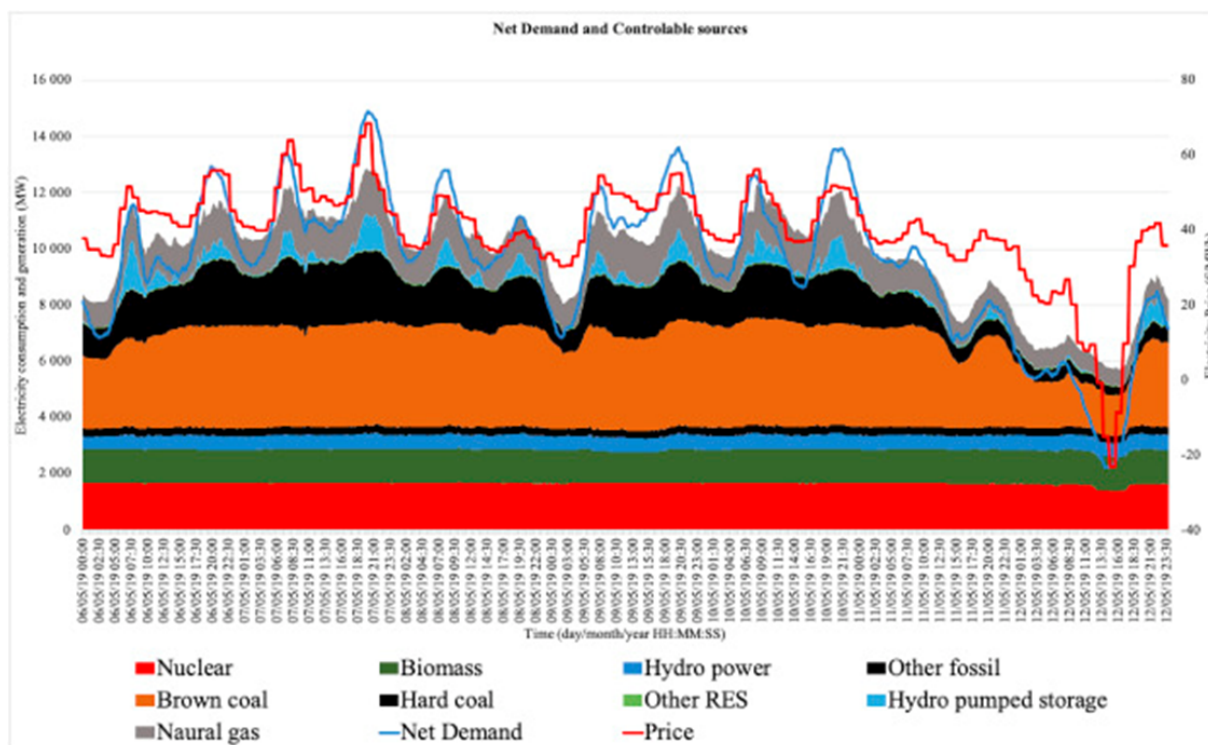


Figura 11 – Curva de Preço de energia baseado no tipo de unidade geradora [39].

Uma relação similar pode ser vista no mercado brasileiro. Com dados disponibilizados para acesso público pela ONS, é possível gerar um gráfico comparando a relação entre acionamentos de usinas termoeletricas na região Sul do país com dados fornecidos pela CCEE sobre o preço horário do mercado livre (PLD). Na Figura 12 é visto as variações do preço d horário sobre um cenário onde térmicas tiveram uma utilização linear durante todos os dias do mês, assim é visto que mesmo com variações de demanda o preço de energia elétrica mantém-se estável.

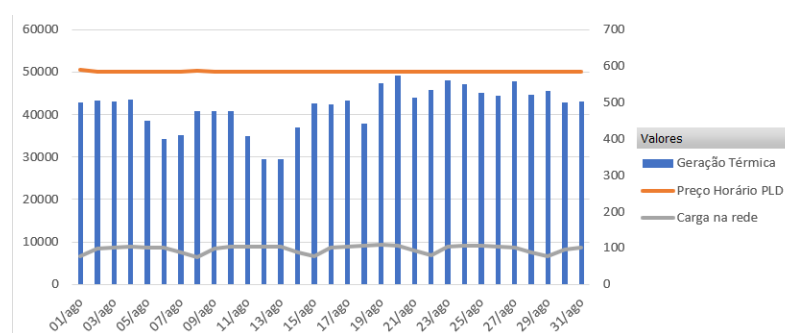


Figura 12 – Curva de Preço de energia horário em relação à demanda Agosto de 2021. Fonte: O Autor com dados da CCEE e da ONS.

Já o gráfico da figura 13 é apresentada a mesma relação anterior, todavia destaca-se a necessidade de utilização maior deste tipo de usinas para acomodar picos de energia durante o período mostrado. Nota-se que em momentos de aumento de carga e ao mesmo tempo aumento de acionamento de termoeletricas os preços tendem a não reduzir quando a carga reduz devido a necessidade de as térmicas se manterem ativas. Já os preços ficam estáveis como o período de agosto em momentos de menor necessidade desse tipo de geração energética.

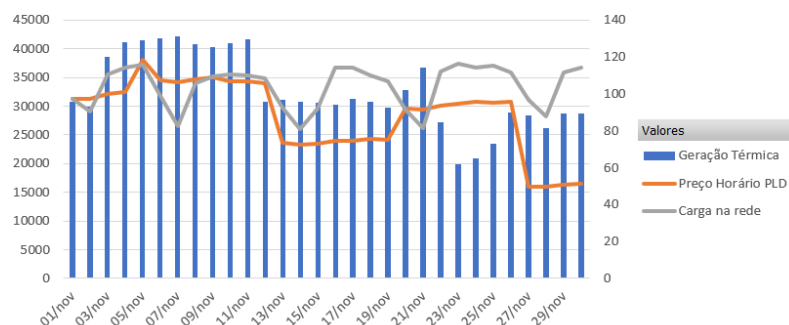


Figura 13 – Curva de Preço de energia horário em relação à demanda Novembro 2021. Fonte: O Autor com dados da CCEE e da ONS.

Um cliente residencial, fora o gerenciamento ativo através da migração em horário de pico, ou redução da carga, possui apenas uma alternativa para ser um agente ativo do sistema de energia, sendo ele a cogeração.

Desta forma simplifica-se que um sistema de cogeração, baseado na definição de Castro, é um consumidor residencial ou não, ligado a rede de distribuição da sua concessionária elétrica porém com um sistema de geração de energia independente que pode servir como alimentador para a carga instalada.

As principais tecnologias disponíveis hoje para pequenos consumidores gerarem a própria energia são os equipamentos solares, eólicos e geradores movidos a diesel. A regulação brasileira em torno do tema sofreu diversas alterações ao longo dos anos.

O mais recente dos movimentos foi a emissão de um marco legal. O projeto de lei 5829 de 2019, de autoria do deputado federal Silas Câmara. Este marco legal é um grande passo para a legalização dos Prosumidores. Ficou definido que qualquer sistema de geração de 75 kW até 3000 kW pode ser tratado com base nesta lei. Permite também aos usuários que possuem esse sistema ter uma redução de 50% da redução das tarifas de transmissão e também efetiva que a energia excedida devolvida à distribuidora será compensada em momento posterior.

4.2 Consumidores Industriais

Clientes pertencentes ao Grupo A, possuem maiores alternativas quanto a suas opções para se tornar agentes ativos do mercado de energia. Essas opções são: gerar a sua

própria energia, participar do ambiente de contratação livre de energia e/ou participar do programa de resposta à demanda. Os sistemas de cogeração e regras para um consumidor do Grupo A se enquadram nas mesmas regras e regulações daquelas atribuídas aos clientes do Grupo B já discutidas anteriormente.

O mercado livre no Brasil, segundo Aguiar, 2008, é um ambiente em que o consumidor pode escolher seu fornecedor de energia, negociando livremente prazo contratual, preço, variação do preço e quaisquer outras variáveis que o gerador e o usuário da energia entrarem em acordo. Devendo o usuário assumir responsabilidades quanto à sua exposição aos preços do mercado [40]. Riskalla, 2018 define o mercado livre como:

O mercado livre de energia é onde são celebrados os contratos multilaterais do ACL (Ambiente de Contratação Livre). Trata-se de um ambiente competitivo de negociação de energia onde os agentes negociam livremente todas as condições contratuais, tais como: preço da energia, quantidade contratada, período de suprimento, condições de pagamento, dentre outras condições [41].

Ou seja, é um ambiente regulado pela ANEEL e outros órgãos do governo federal, sob a intermediação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) permite a um cliente intermediar diretamente com o gerador de energia um contrato para seu fornecimento que atenda às necessidades e desejos de ambas às partes. Destacam-se nesse ambiente os consumidores especiais, cujos anos de 2015-2017 foram responsáveis por parcela significativa da tendência de crescimento, como visto na Figura 14.

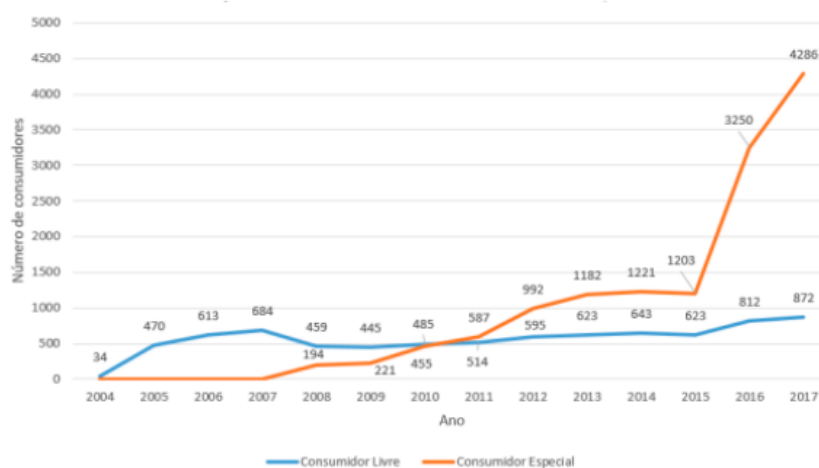


Figura 14 – Evolução do número de consumidores livres e especiais [41].

Segundo Oliveira, 2017 entre os benefícios de fazer parte do Mercado Livre de Energia destacam-se: a liberdade de negociação com fornecedor de energia (prazo, preço, índice de reajuste); a possibilidade de adequação da compra de energia ao processo produtivo; a previsão orçamentária; o gerenciamento da energia elétrica como matéria-prima; a obtenção de preços mais competitivos, não diferenciação de energia para horários especiais como fora de ponta e alocação de energia para empresas do mesmo grupo [42].

Apesar dos benefícios de estar dentro de um ambiente desregulado, não há de esquecer das problemáticas que um setor tão complexo pode enfrentar, a crise hídrica de 2001, momento histórico no qual a falta de chuvas provocou uma obrigação no racionamento de energia, deixaram claro os perigos que uma regulação mal conduzida pode impactar não somente a produção de energia, mas todos os elos das correntes que estas representam, indústria, comércio e até mesmo o resultado econômico do país [12].

Apesar disso, a desregulamentação de energia é uma realidade mundial, que não só possibilita os benefícios já citados, mas também o surgimento de novos empregos ao adicionar ao mercado o intermediador, agente econômico, que por diversos motivos e complexidades do mercado, auxilia os consumidores nas tomadas de decisões para a escolha da melhor opção de compra de energia [34].

A tendência de desregulamentação é tanta que conforme apresentado por Walvis, 2016. “O crescimento no mercado livre é uma realidade mundial. Na União Europeia e em países como Nova Zelândia e Austrália, todos os consumidores são livres. Nos Estados Unidos, Califórnia, os estados que compõem a Nova Inglaterra e os treze estados atendidos pela PJM já têm maioria de consumidores livres. No Peru, os consumidores acima de 2,5 MW são necessariamente livres, enquanto aqueles com consumo entre 0,2 MW e 2,5 MW podem optar. No Chile, os consumidores acima de 2,0 MW são necessariamente livres e aqueles com consumo entre 0,5 MW e 2,0 MW também podem optar”.

Assim, essa estrutura que se desprende dos valores fixos cobrados por agentes monopolísticos cria um ambiente de competição que tem como objetivo a geração de preços cada vez menores para o consumidor. Como a geração é uma ferramenta que pode ser atrelada à uma capacidade física de um equipamento para converter trabalho em energia esta pode ser competitiva, e também outros fatores entram em cena, como a possibilidade de o cliente escolher qual fonte geradora de energia comprar, possibilitando a não compra de origem fóssil por exemplo, incentivando a migração para uma energia mais limpa.

A resposta à Demanda é uma maneira de aliviar a carga no sistema pela ação do consumidor, ou seja este último diminui a carga em resposta à uma ação, geralmente facilitada por estímulos monetário ou por ação direta do operador do sistema, que tem poder de cortar carga para clientes específicos que são então monetariamente ressarcidos por tal atividade.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética a definição de resposta a demanda pode ser dada como: “Entende-se que a resposta da demanda é um mecanismo que permite aos consumidores maior gerenciamento do uso da energia elétrica, respondendo às variações no preço e aos comandos do operador do sistema mediante pagamentos [43].”

Ainda para a ANEEL, resposta à demanda é: “redução do consumo de consumidores previamente habilitados, como recurso alternativo ao despacho termelétrico fora da ordem de mérito, de modo a se obter resultados mais vantajosos tanto para a confiabilidade do sistema elétrico como para a modicidade tarifária dos consumidores finais;”

Esse mecanismo é uma ferramenta já bastante difundida ao redor do mundo, tendo a BERTOLDI entendido que este tipo de ferramenta pode melhorar a adequação do sistema e também diminuir a necessidade de alocação de recursos em momentos de alta demanda. Desta forma reduzindo os clientes cuja carga instalada é considerável e que aderem aos programas, distribuindo esta aos demais consumidores, deslocando as curvas de demanda para outros horários [44].

No Brasil em 2017, o Operador Nacional do Sistema juntamente com a ANEEL, realizou uma série de audiências públicas com o objetivo de lançar o primeiro programa de resposta à demanda em todo o território nacional. O resultado dessas discussões com agentes do setor foi a Resolução Normativa ANEEL nº 792/2017, que, baseado em sua definição de resposta à demanda apresentada, determinou o funcionamento do primeiro programa de resposta da demanda.

Esta iniciativa foi aberta a um número limitado de participantes sendo eles consumidores livres, parcialmente livres conectados à rede da ONS e agentes participantes da CCEE na função de agregadores das cargas dos consumidores, com todos necessariamente localizados nos subsistemas Norte e Nordeste do Sistema Interligado Nacional (SIN). Os consumidores elegíveis devem então formalizar pedido de entrada no programa junto à ONS. A estrutura deste programa se baseia em uma relação de determinação de preço pelos participantes do programa e do custo de acionamento de termelétricas. O programa tem seu funcionamento simplificado apresentado no Fluxograma da figura 15.

O programa iniciou em 29 de maio de 2018 com a primeira adesão de uma empresa ao programa, segundo o Primeiro relatório fornecido pela ONS e CCEE, a Braskem Unib BA realizou 15 ofertas de preço no semestre que se seguiu. Essas ofertas foram de 10 MW em ciclos de 4 horas. Com isso o programa piloto resultou em nenhuma operação de despacho por parte do operador devido a diversos fatores que foram relatados como se seguem:

Ressalta-se que, a partir de junho, mês de início do envio de ofertas por parte do consumidor, a probabilidade de utilização deste recurso é baixa, devido ao melhor desempenho da geração eólica na região Nordeste, esperado nos meses de maio a outubro. No final do mês de outubro, em função da redução da geração eólica na região Nordeste, e a consequente necessidade de se despachar usinas térmicas na região, adicionalmente à ordem de mérito, houve a possibilidade de programar a redução de demanda. Porém, não houve, neste período, confirmação diária da oferta, por parte do consumidor, na etapa de Programação Diária do ONS [45].

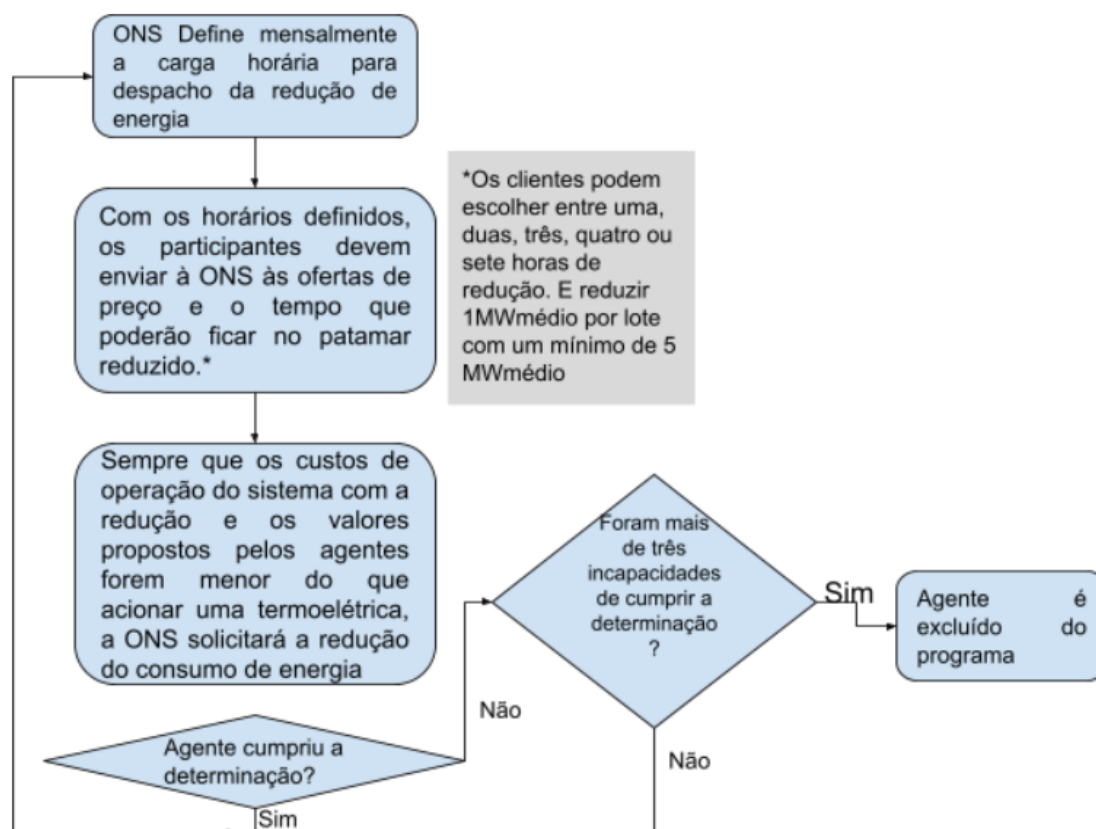


Figura 15 – Fluxograma - Dinâmica de funcionamento do Programa de resposta da Demanda. Fonte: O Autor, com base na resolução ANEEL nº 792/2017

Um novo relatório foi apresentado pelos gestores do programa em 2019, onde novas informações sobre a utilização do programa foram informadas ao público, desta vez dois consumidores haviam firmado acordo com a ONS e CCEE, Braskem e Cimento Apodi. Destas, apenas a Braskem recebeu despachos de redução de demanda por parte da ONS.

O programa determina uma referência do consumo de clientes pertencentes ao programa denominada linha base, esta característica tem como base o histórico de consumo deste cliente nas últimas semanas. Tem como objetivo determinar se nos dias que forem solicitados para realizarem a redução de demanda se este estão em um dia típico, com o consumo padrão, ou atípico, assim também impedindo aumentos excessivos de energia nos períodos que anteriores ou posteriores à redução.

A primeira linha base é calculada com a média do consumo horário dos últimos dez dias, iguais ao dia de semana em que ocorre o despacho de redução de demanda e as linhas posteriores são criadas com a média dos últimos cinco dias úteis, do mesmo dia da semana, desde que estejam contidas entre as bandas superiores e inferiores da linha base anterior, que é definida em 10%. A figura 16 apresenta a linha base com suas bandas superiores e inferiores.

Para efeitos de cálculo de linha base também são desconsideradas às 3 horas anteriores

e posteriores ao despacho, que são denominados delta, momentos atípicos que o consumidor pode elevar ou diminuir sua carga para abaixo da linha base sem descaracterizar o dia como dia atípico para efeitos de cumprir o despacho. Para que o despacho ocorra, a empresa não pode estar em dia atípico.

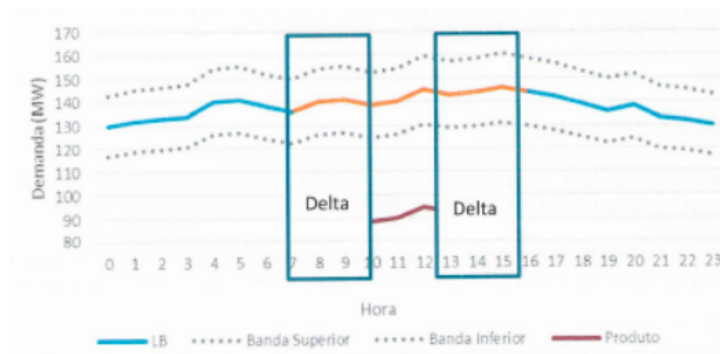


Figura 16 – Linha Base resposta da Demanda. [46].

Caso a empresa em questão tenha consumo superior aos da linha base, o valor excedido será descontado dos valores efetivamente reduzidos após o despacho, sendo distribuídos no período que o despacho ocorrer, como demonstrado na figura 17.

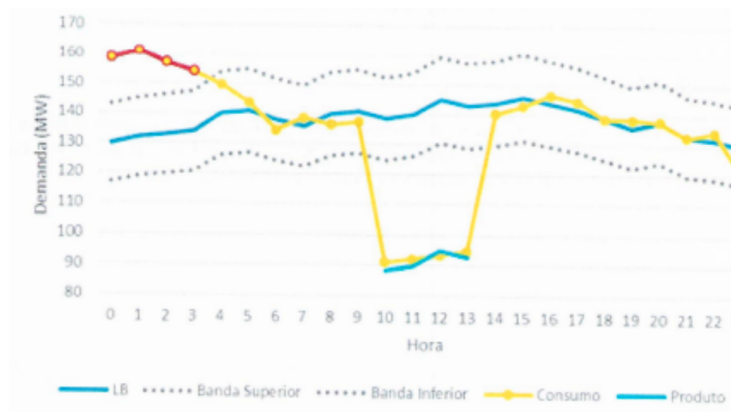


Figura 17 – Linha Base resposta da Demanda em dias atípicos. [46].

Os resultados apresentados pela CCEE na época constatou que apenas uma ordem de despacho de redução da demanda havia sido enviada às empresas participantes, sendo o único a Braskem. Nesse despacho, o cliente encontrava-se em um dia atípico, ou seja, com demanda no dia acima da linha de base o que culminou em um retorno menor do que poderia ter sido encontrado.

Assim, ainda em fases de testes nesse primeiro momento, foi concluído pelos agentes do setor que o projeto deveria focar em analisar as linhas de base, a modo de refletir da melhor maneira possível o perfil de consumo dos clientes para que quando ordens de despacho sejam feitas, possa-se ter uma maior lucratividade e por conseguinte uma maior adesão ao programa. Atualmente, o programa de resposta da demanda passou de somente

permitir consumidores do Norte e do Nordeste a abranger todo o território do Sistema Integrado Nacional, com vigência prorrogada até Junho de 2022.

5 Conclusões

O presente trabalho abordou a estrutura do mercado de energia no Brasil, seus principais agentes, consumidores, distribuidores, reguladores, entre outros. A função e relação que estes possuem entre si e na formação dos preços e normativas que regem o mercado, além também de expor um breve histórico dos fatores culturais e mercadológicos que culminaram na formação e estruturação das políticas vigentes.

Identificou-se, após revisão da literatura disponível, como um cliente localizado no mercado nacional pode usar das regulações vigentes para não somente consumir energia, mas também, se tornar um agente ativo do setor de energia. E como tal, controlar e identificar cenários para a redução dos seus custos de energia, auxiliando no deslocamento da curva de demanda a fim de inibir picos na rede de energia e garantir um melhor uso e aproveitamento das normas e regulações tarifárias vigentes.

É possível afirmar que existem algumas opções que se dividem conforme o grupo de consumo que o consumidor de energia se encontra vinculado. Para pequenos consumidores, como os residenciais e pequenos entes comerciais, as opções destacadas são: a) identificar padrões de consumo e b) verificar a oferta de preços diferenciados em relação ao período de uso. Ao considerar esses dois aspectos, o consumidor pode usar desse conhecimento para diminuir o custo total e o consumo geral de energia e, ao mesmo tempo, auxiliar as distribuidoras com a garantia de entrega da energia durante períodos de alto pico.

Também podem se fazer a cogeração e tornarem-se prosumers, fato que garante ainda mais uma independência do cliente frente ao mercado de energia, pois este é então, capaz de suprir seu próprio consumo e retornar o excedente da energia gerada para que seja vinculada ao sistema de energia local.

Para clientes maiores, industriais e comerciais, algumas opções a mais do que às também disponíveis aos clientes residenciais e pequenos comerciais, entre elas, entrar no mercado livre de energia, ambiente ainda desregulado, que permite a formação de contratos de fornecimento de energia. Outra opção para uma gama menor de unidades consumidoras e que ainda está em seu programa piloto (em função dessa proposta ainda estar sendo testada e reformulada com base em aprendizados incipientes), permite ao agente consumidor deslocar a sua curva de demanda para outros momentos e em troca ter um ressarcimento por parte do operador pela compensação.

Neste sentido, reafirma-se que o mercado de energia elétrica no território brasileiro é um campo de pesquisa em desenvolvimento e que possui limitadas oportunidades aos seus consumidores de se tornarem agentes ativos. A pesquisa possibilitou apresentar uma breve análise das regulações vigentes e de forma incipiente, as opções disponíveis para

que consumidores de energia elétrica possam atuar como entes ativos da rede.

Referências Bibliográficas

- 1 CAVALCANTE, N. W. F. Smart grid na américa latina: Caso ampla de inovação no setor elétrico. *Revista de Administração Contemporânea [online]*, v. 23, n. 3 [Acessado 19 Janeiro 2022], pp. 416-435. Epub 27 Jun 2019. ISSN 1982-7849., 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1982-7849rac2019170128>>. 11, 13, 15, 19
- 2 CASTRO, R. M. Energias renováveis e produção descentralizada. *UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO DEEC / Área Científica de Energia*, 2009. 11
- 3 COSTA, E.; FERREZIN, N. B. Esg (environmental, social and corporate governance) e a comunicação: O tripé da sustentabilidade aplicado às organizações globalizadas. *Revista ALTERJOR*, v. 02, 2021. 13
- 4 ONU", A. G. da. Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015. 13
- 5 ABRADÉE. Visão geral do setor. 13
- 6 HODGES, A. et al. A high-performance capillary-fed electrolysis cell promises more cost-competitive renewable hydrogen. *Nature Communications*, 2022. 13
- 7 LUBE, F. Energia do hidrogênio mudanças paradigmáticas rumo à uma "economia verde" no brasil. *Universidade Federal do Espírito Santo*, 2012. 14
- 8 COLTHORPE, A. Goldman sachs brings online california solar-plus-storage project with 561mwh of batteries. *Energy Storage News*, 2022. 14
- 9 BAYOD-RÚJULA, A. A. et al. Recent developments of photovoltaics integrated with battery storage systems and related feed-in tariff policies: A review. *Hindawi, International Journal of Photoenergy*, v. 2017, 12 pgs, 2017. 14
- 10 EPE. Sistemas de armazenamento em baterias. 2019. 14
- 11 CARVALHO, M. A. P. Conceitos básicos para repensar a expansão do setor elétrico. *INEE Instituto Nacional de Eficiência Energética.*, 2014. Disponível em: <shorturl.at/ituxL>. Acesso em: 19/01/2022. 14
- 12 WALVIS, A.; PLURAL., B. B.; GONÇALVES, E. D. L. Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia. *REVISTA INSIGNARE SCIENTIA. Jan a Abr/2021. Volume 4. Issn 2595-4520.*, 2014. 15, 18, 37
- 13 TSCHIRHART, J. Monopsony power and the existence of natural monopoly in energy utilities. *Resource and Energy Economics. pg 327-340.*, 1995. 15
- 14 NOGAMI, O.; PASSOS, C. R. M. Princípios de economia. *Cengage Learning. 7ª Edição.*, 2016. 16
- 15 PORTO, S. Teoria microeconômica: Monopólio natural. *UFRGS*, 2002. 16

- 16 KA, S.; TESKE, P. Ideology and professionalism: electricity regulation and deregulation over time in the american states. *AMERICAN POLITICS RESEARCH*, Vol. 30 No. 3, 323-343, 2002. 16, 18
- 17 BASTOS, P. P. Z. A construção do nacional-desenvolvimentismo de getúlio vargas e a dinâmica de interação entre estado e mercado nos setores de base. *Revista Economia*, 2006. 17
- 18 CPDOC/FGV. Código de Águas. 1934. Disponível em: <www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/codigo-de-aguas>. Acesso em: 19 Janeiro 2022. 17
- 19 BARRETO, W. d. M. Eletrobras: O embate por trás de sua criação. *MESTRADO PROFISSIONAL EM BENS CULTURAIS E PROJETOS SOCIAIS*. FGV, 2010. 17
- 20 ELETROBRAS. História. 2021. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/Paginas/Historia.aspx>>. 18
- 21 MARANGONI, G. Anos 1980, década perdida ou ganha? *IPEA. Ano 9 . Edição 72.*, 2012. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2759:catid=28>. Acesso em: 06/10/2021. 18
- 22 LORENZO, H. C. O setor elétrico brasileiro: Passado, presente e futuro. *Perspectivas. São Paulo. 24-25.*, 2002. 18
- 23 COSTA, M. D. A. O administrador e o uso racional da energia elétrica. *Revista Eletrônica Ciências Empresarias*, v. 8, n. 12, p. 24-34., 2018. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/revista-empresarial/article/view/491/420>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2022. 19, 25
- 24 JOSKOW, P. L. Lessons learned from electricity markets liberalization. *The Energy Journal*, 2008. 19
- 25 POUDINEH R. PENG, D. Electricity market design under increasing renewable energy penetration: Misalignments observed in the european union. *Utilities Policy* 61:100970 DOI:10.1016/j.jup.2019.100970, 2019. 19
- 26 ENERGES. Instituições de energia. *Mercado de Energia*, 2020. 21
- 27 EPE. Anuário estatístico de energia elétrica 2020. 2020. 22
- 28 (ONS)., O. N. do S. O sistema em números. 2021. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>>. Acesso em: 28/10/2021. 22, 23, 24
- 29 ENERGIA, N. Usina a fio d'Água e menor Área alagada. 2021. Disponível em: <<https://www.norteenergiasa.com.br/pt-br/uhe-belo-monte/arranjo>>. Acesso em: 06/10/2021. 24
- 30 PEREIRA, R. Sem água, belo monte opera com meia turbina desde o início de agosto. *CNN Brasil, Setembro de 2021.*, 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/sem-agua-belo-monte-opera-com-meia-turbina-desde-o-inicio-de-agosto/>>. Acesso em: 06/10/2021. 24

- 31 JONG, P. d. S.; ESQUERRE, K. A. S.; TORRES, E. A. Solar and wind energy production in relation to the electricity load curve and hydroelectricity in the northeast region of Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews. ELSEVIER.*, 2013. 24, 25
- 32 FIGUEIRÓ, I. C. A tarifa horaria para os consumidores residenciais sob o foco das redes elétricas inteligentes. *REI.*, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/8527>>. Acesso em: 17 em maio 2020. 25
- 33 BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o sistema de compensação de energia elétrica (scee) e o programa de energia renovável social (pers), diário oficial da união, ed 5, seção 1, pg 4, 6 jan. 2022. 26
- 34 JACOBS, B. Energy prosumer. *Ecology Law Quarterly. Vol 43 Ecology L.Q. Pg 519-580.*, 2016. 27, 37
- 35 CELESC. Glossário. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/glossario#g>>. Acesso em: 23/03/2022. 27, 28
- 36 BRASIL. Resolução normativa nº 1000, de 7 de dezembro de 2021. estabelece as regras de prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, diário oficial da união, ed 238, seção 1, pg 205, 6 jan. 2022. 28
- 37 LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. d. A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 29
- 38 ROTHER, E. Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem* 20, 2007. 29
- 39 PEREIRA, D. S.; MARQUES, A. How should price-responsive electricity tariffs evolve? an analysis of the German net demand case. *University of Beira Interior and NECE-UBI, Management and Economics Department, Covilhã, Portugal*, 2020. 34
- 40 AGUIAR, O. S. O mercado brasileiro de energia elétrica: critérios de decisão na migração de consumidores para o ambiente de contratação livre. *Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Economia), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.*, 2008. 36
- 41 RISKALLA, F. F. Migração para o mercado livre de energia: Estudo de caso do centro de tecnologia da universidade federal do rio de janeiro. *Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica.*, 2018. 36
- 42 OLIVEIRA, Y. M. O mercado livre de energia no Brasil: aprimoramentos para sua expansão. *Universidade de Brasília*, 2017. 36
- 43 EPE. Resposta da demanda: Conceitos, aspectos regulatórios e planejamento energético. nota técnica. 2019. 37
- 44 BERTOLDI, P.; ZANCANELLA, P.; BOZA-KISS, B. Demand response status in EU member states. *EUR 27998 EN;doi: 10.2790/962868*, 2016. 38
- 45 CCEE. Primeiro relatório programa piloto resposta demanda. 2018. 38
- 46 CCEE. Segundo relatório programa piloto resposta demanda. 2019. 40