

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

CAROLINA BAIACHI
MARINA NICOLELLA LEMES

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
FONTES INCENTIVADAS**

São Carlos
2023

CAROLINA BAIOSCHI
MARINA NICOLELLA LEMES

**ANÁLISE DE CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE
FONTES INCENTIVADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Escola de Engenharia de São Carlos, da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador:

Prof. Dr. Frederico Fábio Mauad

São Carlos
2023

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

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

B162a	Baiochi, Carolina Análise de capacidade de geração de energia por meio de fontes incentivadas / Carolina Baiochi, Marina Nicolella Lemes; orientador Frederico Fábio Mauad. -- São Carlos, 2023. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2023. 1. Energia incentivada. 2. Ambiente. 3. Renovável. I. Lemes, Marina Nicolella. II. Título.
-------	--

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Carolina Baiochi da Silva e Marina Nicolella Lemes**

Data da Defesa: 31/05/2023

Comissão Julgadora:

Resultado:

Frederico Fabio Mauad (Orientador(a))

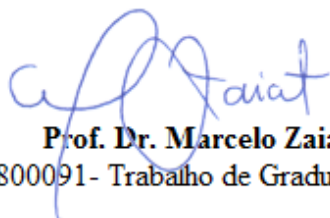
APROVADA

Talyson de Melo Bolléli

APROVADA

Rafael Grecco Sanches

APROVADA



Prof. Dr. Marcelo Zaiat
Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

RESUMO

ANÁLISE DE CAPACIDADE DE GERAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DE FONTES INCENTIVADAS

AUTORAS: Carolina Baiochi

Marina Nicolella Lemes

ORIENTADOR: Frederico Fábio Mauad

O objetivo deste estudo foi investigar se o programa de Energia Incentivada, criado pelo governo em 1998, alcançou seu propósito de aumentar o consumo de energia proveniente de fontes alternativas. A pesquisa ressalta a importância de políticas públicas eficazes na redução dos impactos ambientais, e destaca a análise da eficácia desses programas como um elemento fundamental para o planejamento de futuras ações. O estudo também destaca a complexidade do tema, abrangendo aspectos culturais, econômicos, biológicos, meteorológicos e diplomáticos. A estrutura clara e bem dividida da pesquisa permite uma compreensão aprofundada da temática, contribuindo para a construção de políticas públicas efetivas para o aumento da capacidade de geração de energia por meio de fontes renováveis. Os resultados da pesquisa destacam que programa de Energia Incentivada teve grandes impactos no aumento do consumo de energia proveniente de fontes alternativas no Brasil e que é necessário a diversificação das fontes de energia no país, principalmente por meio da promoção do uso de energia renovável. Embora o país tenha enfrentado desafios de demanda de energia em 2021, os números mostram crescimento significativo na produção de energia eólica, biomassa e solar em 2022. No entanto, ainda há muito a ser feito para alcançar uma matriz energética mais sustentável, com aumento da capacidade instalada para fonte de menor impacto ambiental. Além disso, é fundamental conscientizar a população e oferecer incentivos governamentais para reduzir o consumo de energia e adotar práticas sustentáveis. Essas medidas podem ajudar a reduzir a dependência de fontes não renováveis e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Energia Incentivada, Ambiente, Renovável.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema Estrutural das Instituições do SEB.....	20
Figura 2 - Representação temporal dos eventos de leilões de energia	26
Figura 3 - Contabilização dos agentes associados em 2021 e janeiro de 2022	27
Figura 4 - Quantidade de agentes por Classe	28
Figura 5 - Classificação atual PCH	34
Figura 6 - Payback da Usina.....	41
Figura 7 - Variação da radiação solar no Brasil	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Geração de Energia Incentivada 2018 e 2019.....	48
Gráfico 2 - Capacidade Instalada de Energia Incentivada 2018 e 2019 (MW).....	49
Gráfico 3 - Geração de Energia provenientes de PCH's 2018 e 2019 (MW med).....	52
Gráfico 4 - Capacidade Instalada de Energia provenientes de PCH's 2018 e 2019 (MW).....	53
Gráfico 5 - Número de agentes participantes por classe	54
Gráfico 6 - Produção de energias renováveis em 2021 e 2023	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custo de Capital e VPL - PCH.....	35
Quadro 2 - Custo de Capital e VPL - Eólica	37
Quadro 3 - Custos de implementação para a geração de energia através da cana-de-açúcar...	39
Quadro 4 - Custo de Capital e VPL - Biomassa	40
Quadro 5 - Custos de instalação de sistemas fotovoltaicos	44
Quadro 6 - Custo de Capital e VPL - Solar	45
Quadro 7 - Payback - Solar.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de usinas elétricas, empresas concessionárias, localidades e capacidade instalada, de 1883 a 1930	17
Tabela 2 - Oferta mássica de biomassa por resíduo agrícola, agroindustrial e silvicultura, em milhões de toneladas.....	39
Tabela 3 - Geração de energia e capacidade instalada no ano de 2018.....	47
Tabela 4 - Geração de energia e capacidade instalada no ano de 2019.....	47
Tabela 5 - Capacidade instalada e geração de energia provenientes de PCH'S em 2018.....	51
Tabela 6 - Capacidade instalada e geração de energia provenientes de PCH's em 2019.....	52
Tabela 7 - Capacidade instalada dos Estados em relação a energia proveniente da biomassa (em MW)	55
Tabela 8 - Capacidade dos estados em relação a energia eólica (em MW).....	56
Tabela 9 - Capacidade Instalada de Energia referentes às pequenas usinas hidrelétricas dos estados (em MW)	57
Tabela 10 - Capacidade instalada dos estados sobre a energia fotovoltaica (em MW).....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVO.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	HISTÓRICO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	17
3.2	AGENTES DO SEB	20
3.2.1	<i>Agentes Institucionais</i>	<i>20</i>
3.2.1.1	<u>Conselho Nacional de Política Energética.....</u>	<i>21</i>
3.2.1.2	<u>Ministério De Minas e Energia (MME).....</u>	<i>21</i>
3.2.1.3	<u>Empresa de Pesquisa Energética (EPE)</u>	<i>21</i>
3.2.1.4	<u>Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE).....</u>	<i>22</i>
3.2.1.5	<u>Agência Nacional de Energia Elétrica</u>	<i>22</i>
3.2.1.6	<u>Câmara De Comercialização De Energia Elétrica.....</u>	<i>23</i>
3.2.1.7	<u>Operador Nacional Do Sistema.....</u>	<i>24</i>
3.2.2	<i>Agentes Econômicos</i>	<i>24</i>
3.2.3	<i>Ambientes de Contratação.....</i>	<i>24</i>
3.2.3.1	<u>Ambiente de Contratação Regulado (ACR).....</u>	<i>24</i>
3.2.4	<i>Ambiente de Contratação Livre (ACL).....</i>	<i>26</i>
3.2.4.1	<u>Tipos de consumidores do mercado livre</u>	<i>28</i>
3.2.4.1.1	<u>Consumidor Livre</u>	28
3.2.4.1.2	<u>Consumidor especial.....</u>	29
3.3	TIPOS DE ENERGIA	31
3.3.1	<i>Energia convencional</i>	<i>31</i>
3.3.2	<i>Energia incentivada.....</i>	<i>31</i>
4	FONTES PRODUTORAS DE ENERGIA INCENTIVADA	33
4.1	VIABILIDADE DOS EMPREENDIMENTOS	33
4.1.1	<i>Payback.....</i>	<i>33</i>
4.1.2	<i>Valor presente líquido (VPL).....</i>	<i>33</i>
4.1.3	<i>Taxa interna de retorno (TIR)</i>	<i>34</i>

4.2	PCH'S.....	34
4.3	EÓLICA.....	36
4.4	BIOMASSA.....	38
4.5	SOLAR	42
5	METODOLOGIA.....	46
6	RESULTADOS E DISCURSSÃO.....	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
	REFERÊNCIAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

O emprego de fontes de energia renováveis não é um tema recente. Na verdade, remonta a séculos atrás, sendo intrínseco à própria trajetória da humanidade. Contudo, nos últimos tempos, o aproveitamento dessas fontes tem passado por inúmeras evoluções tecnológicas, impulsionadas pela crescente demanda por alternativas energéticas, sobretudo aquelas que sejam sustentáveis. Tal demanda tem motivado a revisitação e a adaptação dessas antigas tecnologias (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

A utilização de fontes de energia renovável é a opção mais adequada para substituir os combustíveis fósseis na geração de energia, devido ao seu menor impacto ambiental em comparação a outras fontes energéticas e à redução do consumo de produtos derivados do petróleo. Adicionalmente, em determinadas localidades, como em comunidades isoladas, as energias renováveis podem ser consideradas como uma alternativa viável para a geração de energia, em razão da escassez de combustíveis fósseis. No entanto, é fundamental que todas as fontes de energia, tais como a eólica, biomassa, solar e de PCHs, sejam utilizadas de forma sustentável e econômica, a fim de garantir sua utilização contínua e segura (BORGES et al., 2016).

No Brasil, a energia de biomassa se destaca como uma das principais fontes alternativas de energia. Ela é considerada uma fonte renovável com grande potencial de aproveitamento, especialmente devido às tecnologias disponíveis para a sua conversão em produtos energéticos, conforme mencionado no Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030, 2007), a energia eólica utilizando turbinas eólicas que não aumentam o efeito estufa (JACKSON, 2010) e a energia solar, devido à localização privilegiada do Brasil nos trópicos, o sol incide o ano todo (LIMA, 2017).

Comparado ao resto do mundo, a nação brasileira tem potencial para a participação de fontes alternativas de energia na composição da matriz elétrica, ao contrário da matriz energética mundial, que inclui como principal fonte de energia recursos não renováveis, como gás natural, petróleo e carvão. Desta forma esta pesquisa por meio de uma revisão bibliográfica, irá realizar uma análise de incentivo para o uso de fontes alternativas de energia no Brasil, onde será abordado, com ênfase, se a Energia Incentivada criado pelo governo em 1998, conseguiu alcançar seu objetivo.

Pode-se considerar que a energia incentivada contribuiu de forma efetiva para a redução de emissão de gases de efeito estufa no Brasil, pois como visto anteriormente o país tem uma taxa menor de emissão quando comparado a diversos outros países.

O uso de energias renováveis no Brasil desempenha um papel fundamental na busca por uma matriz energética mais limpa e sustentável. Como dito anteriormente, o país possui um imenso potencial para a geração de energia renovável devido à sua extensa área territorial, condições climáticas favoráveis e abundância de recursos naturais. O aproveitamento dessas fontes, como a energia solar, eólica, hídrica e biomassa, não apenas reduz a dependência de combustíveis fósseis, mas também contribui para a mitigação dos impactos ambientais, como a redução das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, o uso de energias renováveis impulsiona a geração de empregos, promove o desenvolvimento tecnológico e aumenta a segurança energética do país, reduzindo a vulnerabilidade a flutuações de preços e disponibilidade de recursos não renováveis. Investir no uso de energias renováveis no Brasil é essencial para garantir um futuro sustentável, com menor impacto ambiental e maior resiliência energética.

Esta pesquisa é justificada devido à importância dos programas e políticas públicas para diversificar a matriz energética brasileira, além de mitigar os impactos ambientais.

O estudo está dividido em capítulos, este a introdução contendo a contextualização da temática, o problema de pesquisa e justificativa. Logo no segundo capítulo tem-se o objetivo geral e específicos da pesquisa. O terceiro capítulo aborda uma revisão bibliográfica, com a opinião dos respectivos autores da literatura sobre a temática, em seguida será abordado a metodologia do trabalho, apresentando as formas de pesquisa utilizadas para a elaboração do mesmo. Será realizado também os resultados da pesquisa e as discussões do material encontrado e por fim as considerações finais seguidas das referências bibliográficas.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho busca determinar se a Energia Incentivada criado pelo governo em 1998, correspondeu ao seu objetivo de aumentar o consumo de energia gerada por fontes alternativas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar histórico do setor elétrico brasileiro
- Compreender as principais fontes produtoras de energia incentivada
- Verificar os agentes do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) e identificar os tipos de energia
- Analisar a viabilidade dos empreendimentos geradores de energia incentivadas
- Analisar a geração e capacidade instalada de energia por fontes incentivadas

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRICO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Desde sua criação o sistema elétrico Brasileiro (SEB) passou por diversas transformações desencadeadas pelo processo de urbanização do país, por crises econômicas e energéticas.

No início do século XX o SEB era explorado em sua grande maioria por empresas estrangeiras, como a Light e a Amforp, empresas canadenses e norte-americanas, respectivamente. (DANTAS, 2018). A Tabela 1 reforça essa ideia ao demonstrar durante os anos final do século XIX e início do século XX a situação em que estavam as empresas de eletricidades no Brasil.

Tabela 1 - Quantidade de usinas elétricas, empresas concessionárias, localidades e capacidade instalada, de 1883 a 1930

Ano	Usinas	Empresas	Localidades	Capacidade Instalada (MW)
1883	1	1	1	0,052
1889	3	3	3	NA
1900	11	11	17	10
1910	88	88	119	157
1920	343	306	431	367
1930	891	791	1536	779

Fonte: Silva, (2011)

Percebe-se que este modelo seguiu até a década de 30, e em 1934, com nova constituição, houve a promulgação do Código de Águas, um dos principais marcos institucionais no setor de energia elétrica, que tinha como objetivo a regulamentação sobre a propriedade das águas e sua utilização, dispor sobre a outorga das autorizações e concessões para exploração dos serviços de energia elétrica. E, inclusive, sobre o critério de determinação das tarifas desses serviços públicos e a competência dos Estados na execução do próprio Código (LORENZO, 2001).

O Código também estabelecia as seguintes medidas (CORRÊA, 2005 apud SILVA, 2011):

- a) aos Estados, cuja competência nesta matéria cabia aos organismos de serviços técnicos e administrativos aprovados pelo Governo Federal;
- b) Os pedidos de concessão e autorização para o uso de energia hidrelétrica e para a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica deveriam ser apresentados à União por intermédio do Ministério da Agricultura;
- c) Era reponsabilidade do Ministério da Agricultura a orientação técnica e administrativa dos processos previstos nos itens anteriores;

d) O prazo da concessão foi limitado a 30 anos, podendo ser prorrogado em casos específicos, quando comprovado que a engenharia e instalação da usina demandavam investimentos que não permitiam amortização nesse período. A duração total máxima da concessão poderia ser de 50 anos;

e) As tarifas deveriam ser revisadas a cada três anos, usando a precificação "serviço do custo". O "serviço do custo" foi baseado nos investimentos com base nos gastos de exploração, provisões para amortizações e retorno do capital investido.

Para Lorenzo (2002), o desenvolvimento da economia cafeeira paulista, ocorrido entre as duas últimas décadas do século XIX e o final da década de 1930, foi determinante para o nascimento e consolidação da eletricidade brasileira. De acordo com a autora, o avanço da cafeicultura deu origem a um conjunto complexo de atividades como ferrovias, salários, expansão urbana, atividades comerciais, serviços e, sobretudo, o surgimento de atividades industriais.

Assim, tanto do ponto de vista econômico e social, quanto do ponto de vista político, a eletricidade e as modalidades concretas se desenvolveram no Brasil como chave para o desenvolvimento do capitalismo brasileiro, graças às forças políticas representativas da atividade cafeeira e à forte participação de grupos de franqueados estrangeiros Componentes de essência e especificidade (LORENZO, 2002).

O modelo de forte participação Estatal perdurou até a década de 1970, quando a União passou a utilizar as tarifas do setor elétrico como instrumento para conter a inflação, instaurando uma crise que se arrastou até 1990. Sem condições de financiar expansões no sistema e impulsionado pela onda de privatizações em outros países, deu-se início ao processo de privatizações das estatais de energia elétrica (DANTAS, 2018).

A primeira mudança teve início com a criação da Lei no 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), agência reguladora que tem por objetivo atuar de forma a garantir, por meio de fiscalização, a operação de todos os agentes em um ambiente de equilíbrio que permita, às companhias, a obtenção de resultados sólidos ao longo do tempo e, ao consumidor, a modicidade tarifária. Além disso, foi determinado que a exploração dos potenciais hidráulicos fosse concedida por meio de concorrência ou leilão, em que o maior valor oferecido pela outorga (Uso do Bem Público) determinaria o vencedor (ANEEL, 2008).

Ainda na década de 90 foram criadas novas entidades do ambiente institucional como o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e o Mercado Atacadista de Energia (MAE). ONS,

entidade também autônoma que substituiu o GCOI (Grupo de Controle das Operações Integradas, subordinado à Eletrobrás), é responsável pela coordenação da operação das usinas e redes de transmissão do Sistema Interligado Nacional (SIN). Para tanto, realiza estudos e projeções com base em dados históricos, presentes e futuros da oferta de energia elétrica e do mercado consumidor (ANEEL, 2008).

Em 2004, após a crise energética de 2001, veio a segunda mudança no modo de funcionamento do sistema através da introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como objetivos principais: garantir a segurança no suprimento; promover a modicidade tarifária; e promover a inserção social, em particular pelos programas de universalização (como o Luz para Todos). Sua implantação marcou a retomada da responsabilidade do planejamento do setor de energia elétrica pelo Estado (ANEEL, 2008).

Com a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico, o Governo Federal, por meio das leis no 10.847/2004 e no 10.848/2004, manteve a formulação de políticas para o setor de energia elétrica como atribuição do Poder Executivo federal, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME) e com assessoramento do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e do Congresso Nacional. Os instrumentos legais criaram novos agentes, um deles sendo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao MME e cuja função é realizar os estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico. (ANEEL, 2008)

Uma das principais alterações que ocorreu ainda em 2004 foi a substituição do critério utilizado para concessão de novos empreendimentos de geração. Passou a vencer os leilões o investidor que oferecesse o menor preço para a venda da produção das futuras usinas.

Outra mudança muito significativa deste novo modelo do setor foi a criação de dois ambientes para contratação de energia, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), exclusivo para geradoras e distribuidoras, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam geradoras, comercializadoras, importadores, exportadores e consumidores livres. A instituição do MAE estava diretamente relacionada à criação do mercado livre, porém em 2004, com a implantação do Novo Modelo, o MAE foi substituído pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). No mesmo ano, o MME constituiu a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com a missão principal de desenvolver os estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico.

Desde sua criação o ACL vem crescendo devido, principalmente, às vantagens financeiras que traz aos seus participantes. Atualmente apresenta 12.240 agentes cadastrados, um aumento de 14% em relação a dezembro do ano anterior. Somente no ano passado foram cadastradas 5.563 novas Unidades Consumidoras (UCs) no Ambiente de Contratação Livre.

As reformas trazidas pelo Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, reafirmaram a garantia de uma expansão elétrica feita de forma segura e eficiente, após sete anos da promulgação das Leis 10.847 e 10.848. Contratos de longo prazo e leilões de energia ajudaram a atrair investidores nacionais e estrangeiros. Entre 2005 e 2010, o país realizou trinta e sete eventos de contratação negociando 6.237 TWh de energia elétrica, movimentando mais de 730 bilhões de reais (SILVA, 2011).

3.2. AGENTES DO SEB

O sistema elétrico brasileiro, e o mercado de energia são complexos, por isso existem diversos agentes, cada qual com um objetivo e uma função, para que todos os mecanismos do mercado funcionem. Estes agentes são classificados em dois grupos, os agentes institucionais e os econômicos.

3.2.1. Agentes Institucionais

Os agentes institucionais são responsáveis por fazer com que a gestão seja feita corretamente, para que o sistema elétrico brasileiro possa se manter e expandir. São diversas instituições, cada uma com sua função dentro do sistema organizadas em uma hierarquia. Na figura 1 abaixo é apresentado um esquema desta organização institucional.

Figura 1- Esquema Estrutural das Instituições do SEB



Fonte: CCEE (2022)

3.2.1.1. Conselho Nacional de Política Energética

O Conselho Nacional de Política Energética é o órgão de assessoramento do Presidente da República para formulação de políticas e diretrizes de energia, presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia. Seu objetivo é assegurar que todas as áreas do país sejam devidamente abastecidas com energia elétrica, mesmo as mais remotas, e revisar a matriz energética a fim de melhor aproveitar os recursos energéticos. Além disso, também é responsável por estabelecer diretrizes relacionadas ao uso, importação e exportação de petróleo, gás natural, álcool, outras biomassas, do carvão e da energia termonuclear.

3.2.1.2. Ministério De Minas e Energia (MME)

O MME é responsável pela condução das políticas energéticas do país. Suas principais atribuições são a formulação e implementação de políticas para o setor energético, conforme as diretrizes do CNPE; o estabelecimento do planejamento do setor energético nacional e o monitoramento da segurança do suprimento do sistema.

3.2.1.3. Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

Empresa Pública Federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, criada pelo Decreto no 5.184, de 16 de agosto de 2004. A EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo, gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras (Art. 2º da Lei nº 10.847/2004). Além disso, é responsável, também, pela obtenção da licença ambiental prévia para aproveitamentos hidrelétricos e de transmissão de energia elétrica.

Além disso, uma das principais atribuições desta instituição é a elaboração do Balanço Energético Nacional (BEN) é o mais tradicional documento do setor energético brasileiro. Ele divulga, através de extensa pesquisa, toda a contabilidade relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil, contemplando atividades e operações ligadas à exploração e produção de recursos energéticos primários, à conversão em formas secundárias, às contas de importação e exportação, à distribuição e ao uso final da energia. De fundamental importância para as atividades de planejamento e acompanhamento do setor energético nacional, o Balanço reúne, em um único documento, as séries históricas das diversas operações ligadas à oferta e demanda dos diferentes

energéticos, além de informações sobre reservas, capacidades instaladas e importantes dados estaduais. O BEN é elaborado e divulgado anualmente pela EPE. (EPE, 2022)

3.2.1.4. Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE)

O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) foi criado pela lei 10.848, de 2004, com a função de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional. De acordo com o decreto 5.175, de 9 de agosto de 2004, o CMSE será presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia e terá a seguinte composição, quatro representantes do Ministério de Minas e Energia; e os titulares dos órgãos a seguir indicados:

- Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL;
- Agência Nacional do Petróleo - ANP;
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE;
- Empresa de Pesquisa Energética - EPE;
- Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (MME, 2022)

3.2.1.5. Agência Nacional de Energia Elétrica

A ANEEL, criada por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997, é uma autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia que foi elaborada para regular o setor elétrico brasileiro. Sua principal missão é proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. Assim a Agência é a mediadora e fomentadora de uma relação balanceada entre o Governo, os agentes do setor elétrico e os consumidores. Objetivando o fornecimento de energia elétrica com qualidade e a preço justo.

Sua atividade iniciou-se em 1997, dentre suas atribuições estão:

- Regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica no país, e fiscalizar as concessões, permissões e os serviços de energia elétrica;
- Implementar as políticas e diretrizes do Governo Federal relativas à exploração e aproveitamento da energia e dos potenciais hidráulicos;
- Estabelecer as tarifas aplicadas sobre a energia elétrica;

- Dirimir as divergências na esfera administrativa, entre os agentes e os consumidores, e os próprios agentes;
- Promover as atividades de outorga de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica, por delegação do Governo Federal (ANEEL, 2022).

A ANEEL tem um papel crucial no funcionamento do SEB, uma vez que o setor é constituído por monopólios naturais, apenas uma concessionária fornece o serviço em sua área de concessão, e sua atuação garante que os consumidores recebam energia de qualidade.

3.2.1.6. Câmara De Comercialização De Energia Elétrica

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) foi criada em 2004 pela lei nº 10.848/2004, é regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e integra a governança do Setor Elétrico Brasileiro, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME). A mesma foi criada com o intuito de viabilizar a comercialização de energia elétrica no SIN, tanto no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) quanto no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

A CCEE é responsável por promover os leilões de compra e venda de energia designados pela ANEEL, além de administrar os contratos de compra e venda de energia celebrados entre os agentes do setor, apurar, também, o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) por submercado do mercado de curto prazo contabilizando o montante de energia comercializado no mesmo, por registrar os montantes de potência e energia dos contratos celebrados no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Além disso, também é responsável por apurar o descumprimento de limites de contratação de energia elétrica e outras infrações, bem como, por delegação da ANEEL, nos termos da convenção de comercialização, aplicar as respectivas penalidades aos agentes envolvidos.

Os mantenedores da CCEE são as empresas geradoras, distribuidoras, comercializadoras, importadoras e exportadoras de energia, além dos consumidores livres e consumidores especiais. E sua Governança é feita por um Conselho de Administração, uma Superintendência e um Conselho Fiscal, sendo a Assembleia Geral responsável por decisões estatutárias. (CCEE, 2022)

3.2.1.7. Operador Nacional Do Sistema

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), criado pela Lei nº 9.648 em 26 de agosto de 1998, foi instituído como uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos. ONS é o órgão responsável pela coordenação e controle eficiente da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), a fim de promover um sistema otimizado, de baixo custo e universal, bem como pelo planejamento da operação dos sistemas isolados do país, sob a fiscalização e regulação da ANEEL. Ele é composto por empresas de geração, transmissão, distribuição, consumidores livres, além de outros agentes privados como importadores e exportadores de energia. Também participam o MME e representantes dos Conselhos de Consumidores (ONS, 2022).

3.2.2. Agentes Econômicos

Agentes econômicos são também fiscalizados e regulados pela ANEEL, são eles os agentes responsáveis pela autorização, concessão e permissão na atuação das atividades, desde a geração até a distribuição de energia e também os próprios consumidores. Estes são divididos em três categorias:

- Agentes de Geração: atuam nessa categoria as classes de produtores independentes de energia elétrica, concessionárias de serviço público e autoprodutores;
- Agentes de Comercialização: engloba os consumidores livres e especiais, comercializadores, varejistas, importadores e exportadores.
- Agentes de Distribuição: categoria representada pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, que são responsáveis pelo atendimento aos consumidores (DANTAS, 2015).

3.2.3. Ambientes de Contratação

3.2.3.1. Ambiente de Contratação Regulado (ACR)

O ambiente de contratação regulado, que também conhecido como mercado cativo, é, de acordo com a ANEEL, o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação e

leilões. Esta energia é destinada ao suprimento de energia dos consumidores cativos em sua área de concessão. Estes leilões de energia são regulamentados pela ANEEL e realizados pela CCEE.

A realização de leilões para expansão da oferta de energia elétrica foi um mecanismo introduzido na reforma do setor elétrico e consolidado com a efetiva participação de várias instituições do Setor Elétrico Brasileiro, inclusive a EPE. Esses leilões constituem pilares do arranjo institucional introduzido em 2004. Desde o primeiro leilão, tem sido fundamental a participação da EPE, seja contribuindo para o aperfeiçoamento das regras e dos parâmetros básicos definidos nas portarias de diretrizes do MME, seja conduzindo todo o processo de habilitação técnica dos empreendimentos de geração participantes (EPE, 2022).

Para definir o vencedor do leilão utiliza-se o critério da menor tarifa, ou seja, os vencedores do leilão são aqueles que ofertarem energia elétrica pelo menor preço para atendimento da demanda declarada das distribuidoras. Existe ainda um preço teto (R\$/MWh) estabelecido pelo MME, assim através destes mecanismos é garantido um menor preço ao consumidor cativo.

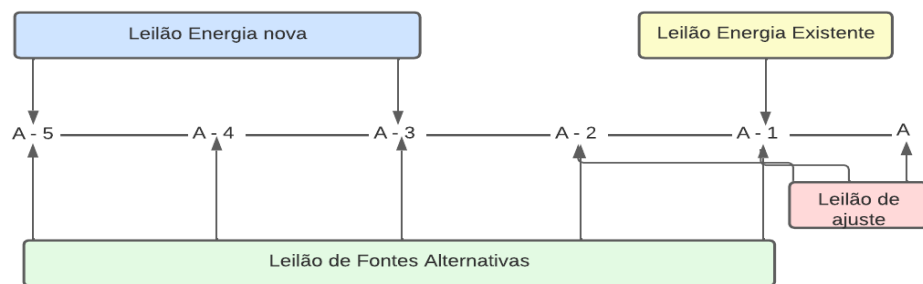
Para garantir a segurança e eficiência do SEB existem categorias diferentes de leilões:

- Leilão de Energia Nova: destinado às usinas que ainda serão construídas, geralmente para expansão da produção de energia. Acontecem de 3 a 5 anos antes do início do suprimento. Além disso, estes empreendimentos costumam necessitar de investimentos para que a construção seja amortizada, ou seja, tendem a ser mais caros;
- Leilão de Energia Existente: ocorre para garantir o suprimento da demanda do sistema, a partir da energia produzida por usinas já em funcionamento. O principal objetivo é a renovação de contratos com os agentes geradores;
- Leilões de Ajuste: são esporádicos e seu objetivo é suprir eventuais aumentos de demanda no sistema, que fogem à previsão realizada pelas distribuidoras;
- Leilões de Fontes Alternativas: o objetivo deste é fomentar a participação de fontes renováveis de energia na matriz energética do país. Por fontes renováveis entende-se a eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, ou seja, energia provinda de grandes usinas hidrelétricas não pode fazer parte destes leilões;
- Leilões de Reserva: estes eventos não são regulares, e dão-se de acordo com a necessidade de manter os níveis de segurança de todo o Sistema Interligado Nacional (SIN). Este produto não pode ser utilizado para lastrear os contratos

firmados pelos agentes vendedores e consumidores, sendo assim a energia negociada é rateada entre todos os agentes de consumo do SIN, através da CCEE.

Com exceção dos leilões de reserva, que acontecem esporadicamente, estes eventos ocorrem, num geral, com anos de antecedência ao início do período de fornecimento da energia contratada. Abaixo, a Figura 2 exemplifica a linha do tempo destes eventos, sendo A o ano de início do fornecimento e os números associados ao A representam a quantidade de anos anteriores.

Figura 2 – Representação temporal dos eventos de leilões de energia



Fonte: O Autor (2023)

E para os consumidores que fazem parte deste ambiente de contratação são celebrados dois contratos, o contrato de compra de energia regulada e o de uso do sistema de distribuição, junto às distribuidoras de energia elétrica. Estes contratos são balizados pelos preços estabelecidos pelas distribuidoras e regulamentados pela ANEEL, reajustados anualmente. Nesta modalidade os consumidores não têm poder algum de negociação, dependendo exclusivamente da decisão da distribuidora.

3.2.4. Ambiente de Contratação Livre (ACL)

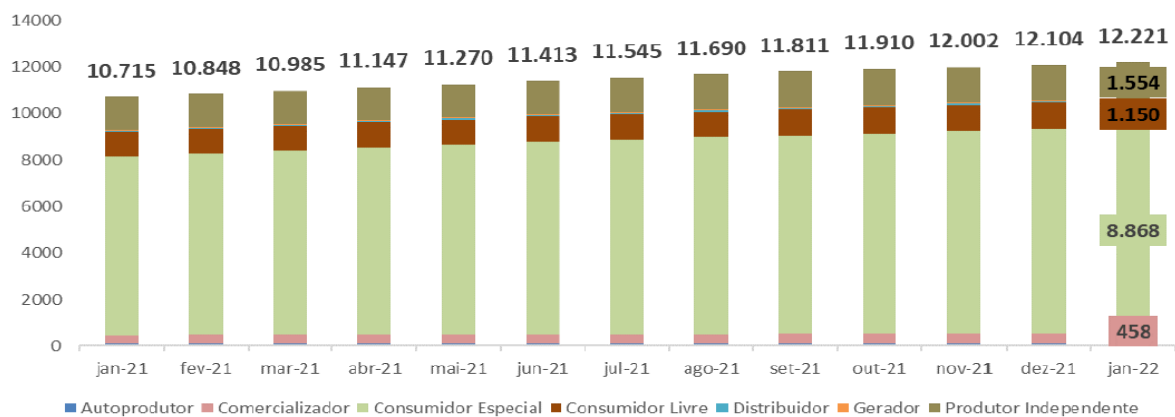
O Ambiente de Contratação Livre (ACL), também conhecido como mercado livre de energia elétrica, possibilita livre negociação de contratos de compra e venda de energia elétrica entre comercializadoras, geradoras, importadoras, exportadoras de energia e consumidores livres e especiais, denominados Contratos de Comercialização de Energia elétrica no Ambiente Livre (CCEAL). Essa livre negociação permite que as partes envolvidas negociem volume, preços e condições para o fornecimento de energia, trazendo vantagens financeiras significativas em relação ao mercado cativo, no qual as tarifas são definidas pelas distribuidoras e regulamentadas pela ANEEL.

Todos os contratos firmados dentro do ACL devem, obrigatoriamente, ser registrados junto à CCEE, que é a responsável por garantir que não ocorram super contratações e subcontratações dentro deste mercado. O CCEAL tem volumes definidos de energia a serem entregues ao consumidor deste produto, assim o registro do contrato deve ocorrer antes do período de entrega da energia.

Como o consumo mensal de energia não pode ser calculado previamente com exatidão, os contratos do ACL são firmados com base em previsões de consumo e de geração dos agentes envolvidos. E para garantir que a energia contratada é suficiente para suprir a demanda dos agentes consumidores, estes devem comprovar a contratação total do montante utilizado, sendo penalizados pela legislação vigente caso descumpram este requisito. Ainda para suprir possíveis desvios das previsões calculadas existem alguns mecanismos que os consumidores podem utilizar, como firmar diferentes contratos de energia, com diferentes prazos e fornecedores, ou realizar operações de cessão de energia, que consiste basicamente em vender energia que foi adquirida, porém não foi utilizada. E por último o sistema de registros de contratos e consumo de energia da CCEE contabiliza um lastro de energia no qual os consumidores podem liquidar a energia não utilizada ou ainda suprir pequenos déficits dos contratos.

O mercado livre de energia tem atraído muitos consumidores devido às vantagens financeiras que geram aos seus participantes. Somente no mês de janeiro de 2022 houve um crescimento de 14,1% no número de agentes associados à CCEE em relação a janeiro de 2021, conforme ilustrado na Figura 3:

Figura 3 – Contabilização dos agentes associados em 2021 e janeiro de 2022



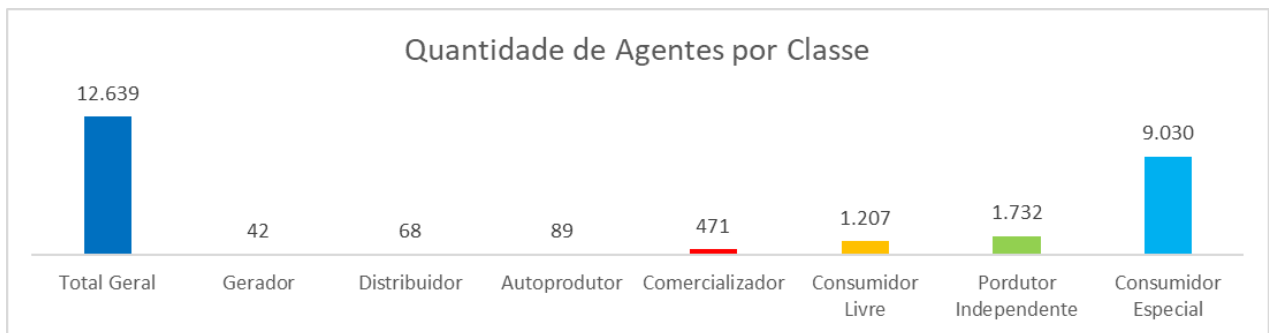
Fonte: Adaptado de Infomercado (2022)

Porém não são todos os consumidores ligados ao SIN que podem aderir e fazer parte do mercado livre de energia elétrica, existem regras e pré-requisitos que devem ser cumpridos para realizar a migração para o ACL.

3.2.4.1. Tipos de consumidores do mercado livre

Os consumidores que podem fazer parte do mercado livre de energia são divididos em duas categorias, os consumidores livres e os consumidores especiais. Em março de 2022 o número de consumidores livres era de 1.188 e de consumidores especiais de 8.982, sendo este último a maior parcela dos agentes aderidos à CCEE, conforme ilustra a figura 4 abaixo. Ou seja, em março de 2022 o número de consumidores operando no mercado livre de energia é de 10.170. Hoje há 69.342 unidades consumidoras com demanda contratada igual ou maior que 500 kW que poderiam operar no mercado livre de energia. (MERLIN, 2022). Sendo assim, o mercado livre de energia já representa aproximadamente 15% de todos os consumidores que atualmente podem operar neste ambiente.

Figura 4 – Quantidade de agentes por Classe



Fonte: CCEE (2022)

3.2.4.1.1. Consumidor Livre

O conceito surgiu a partir da publicação dos artigos 15 e 16 da Lei 9.074/1995, cujo texto descreve como consumidor livre aquele com carga igual ou maior que 10.000 kW, atendido em tensão igual ou superior a 69kV e pode optar por adquirir energia de um fornecedor a sua escolha. Porém ao longo dos anos estas limitações foram se modificando, ainda de acordo com a Lei 9.074/1995, após cinco anos de sua publicação, consumidores livres poderiam ser todos aqueles que possuem carga igual ou superior a 3000 kW, com tensão de 69 kV ou mais. Em 2004, o decreto 5.163 modifica para consumidores de qualquer tensão com a demanda especificada anteriormente.

Em 2018, a portaria 514 publicada pelo MME altera novamente os requisitos para consumidores livres, e em seguida em 2019 a portaria 465/2019 determina que:

§ 3º A partir de 1º de janeiro de 2021, os consumidores com carga igual ou superior a 1.500 kW, atendidos em qualquer tensão, poderão optar pela compra de energia elétrica a qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.

§ 4º A partir de 1º de janeiro de 2022, os consumidores com carga igual ou superior a 1.000 kW, atendidos em qualquer tensão, poderão optar pela compra de energia elétrica a qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.

§ 5º A partir de 1º de janeiro de 2023, os consumidores com carga igual ou superior a 500 kW, atendidos em qualquer tensão, poderão optar pela compra de energia elétrica a qualquer concessionário, permissionário ou autorizado de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.

§ 6º Até 31 de janeiro de 2022, a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE deverão apresentar estudo sobre as medidas regulatórias necessárias para permitir a abertura do mercado livre para os consumidores com carga inferior a 500 kW, incluindo o comercializador regulado de energia e proposta de cronograma de abertura iniciando em 1º de janeiro de 2024.” (NR) (BRASIL, 2019).

A partir de setembro de 2023, torna-se possível que todos os consumidores com carga igual ou superior a 500 kW se tornem consumidores livres. Isso permite que participem do Ambiente de Contratação Livre (ACL) e adquiram energia de fornecedores independentes de sua escolha. É importante salientar ainda que estes consumidores podem também optar pelo tipo de energia que irão consumir, convencional ou incentivada (MEGAWHAT, 2022).

3.2.4.1.2. Consumidor especial

Consumidores especiais são aqueles que possuem carga contratada menor que 500kW, conectados à alta tensão, ou seja, àqueles que podem também participar do ACL e adquirir energia de fornecedores a sua escolha, porém não possuem carga suficiente para serem classificados como consumidores livres. Este conceito surgiu a partir do decreto 5.163/2004, que nomeou e detalhou as características desta categoria como ela é hoje.

Historicamente estes consumidores foram criados com a publicação da Lei nº9.648/1998, alteração da Lei nº 9427/1996, que permite a comercialização de energia advinda de pequenas usinas hidrelétricas (PCH) em ambiente livre de contratação para consumidores cuja carga seja maior ou igual a 500kW. Neste âmbito são classificadas como PCHs empreendimentos que gerem potência superior a 1000 kW e igual ou inferior a 30000 kW.

O parágrafo 1º cita também que a ANEEL estipula um percentual de redução não inferior a 50% a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição, para garantir a competitividade à este tipo de energia.

Em seguida, em 2002 de acordo com a lei nº 10.438 passa a abranger também a possibilidade de comercialização de energia solar, eólica e de biomassa para os consumidores especiais. Além disso, passam a se enquadrar, também, como potencial consumidor especial o conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesses de fato ou de direito. Comunhão de direito pode ser realizada por unidades que possuem mesma raiz de CNPJ, enquanto a comunhão de fato engloba unidades que estejam localizadas em áreas contíguas

Até que em 2006 a resolução normativa nº 247 determina as seguintes condições de comercialização para estes consumidores, ou seja, consumidores especiais só podem negociar energia gerada nos empreendimentos descritos abaixo:

I - aproveitamentos de potencial hidráulico de potência superior a 1000kW e igual ou inferior a 30000kW, destinados à produção independente ou autoprodução, mantidas as características de pequena central hidrelétrica;

II - empreendimentos com potência instalada igual ou inferior a 1000kW;

III - empreendimentos cuja fonte primária de geração seja a biomassa, energia eólica ou solar, de potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição menor ou igual a 30000 kW.

Em resumo, os consumidores especiais são aqueles que em comunhão, possuem carga menor que 500 kW. Para que operem no mercado livre de energia também devem estar associados à CCEE e obrigatoriamente devem obter energia classificada como incentivada, provinda de das fontes descritas acima, o que garante a eles o desconto, referido anteriormente, de no mínimo 50% nas tarifas de uso do sistema de distribuição e transmissão. Estas obrigações têm o objetivo de fomentar o uso de energia renovável no país, e para que estas se mantenham competitivas em relação a fontes convencionais de energia, aplica-se o desconto tarifário.

3.3. TIPOS DE ENERGIA

3.3.1. *Energia convencional*

É considerada energia convencional aquela proveniente dos seguintes tipos de fonte descritos abaixo. É importante ressaltar que somente consumidores livres podem adquirir este tipo de energia.

- Hidrelétricas com capacidade instalada de 50000 kW ou mais, e usinas com menos de 50MW que não possuem características de PCH;
- Termelétricas movidas a combustíveis fósseis;
- Termelétricas movidas à biomassa, usinas solares e eólicas com potências maiores que 30000 kW.
- Termelétricas de cogeração qualificada com potência acima de 30000 kW.

3.3.2. *Energia incentivada*

Atualmente a geração de energia elétrica se tornou uma preocupação global devido à escassez de recursos não renováveis, às mudanças climáticas causadas pela queima de combustíveis fósseis, à dependência de fontes energéticas externas e à busca pelo desenvolvimento sustentável. É essencial adotar fontes de energia mais limpas e sustentáveis para combater as mudanças climáticas, reduzir a poluição e garantir a segurança energética no longo prazo.

Apesar do Brasil ter sua matriz energética composta por aproximadamente 73,6% de hidrelétricas, em 2022 (NASCIMENTO, 2023), que geram menos GEE, grandes empreendimentos causam impactos sociais e ambientais consideráveis. Por isso criou-se programas de incentivo à fontes de energia alternativas.

Dentre os incentivos criados pelo governo está a criação do desconto tarifário nas parcelas de distribuição e transmissão já mencionados anteriormente, que devem ser de no mínimo 50%. Se enquadram para recebimento deste desconto consumidores que negociam energia produzidas nas seguintes fontes:

- Termelétricas movidas a biomassa com potência injetada menor ou igual a 30.000 kW;
- Usinas de geração solar com potência injetada menor ou igual a 30000 kW;

- Empreendimentos hidrelétricos com potência injetada menor ou igual a 1000 kW e pequenas centrais hidrelétricas que possuem potência maior que 1000 kW e menor que 30000 kW;
- Usinas de geração eólica com potência injetada até 30000 kW;
- Usinas de cogeração qualificada, porém somente consumidores livres podem adquirir este tipo de energia.

A implementação do desconto tarifário teve início com a publicação da lei nº 9.648 em 1998, que inicialmente previa esse benefício apenas para Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Posteriormente, em 2002, a lei nº 10.438 ampliou esse benefício para incluir fontes eólicas, de biomassa e cogeração qualificada. Em 2003, a lei nº 10.762 incluiu também usinas solares e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), com um limite máximo de potência instalada de 30.000 kW. A última modificação ocorreu em 2007, alterando o critério de enquadramento para o desconto de potência instalada para potência injetada. É importante ressaltar que esse benefício continua em vigor nos dias de hoje.

4. FONTES PRODUTORAS DE ENERGIA INCENTIVADA

A energia incentivada provém de fontes alternativas, uma das principais características destas fontes é o seu tamanho, de modo geral estes empreendimentos são pequenos comparados às grandes usinas hidrelétricas. para tanto, a fim de atingir o objetivo deste trabalho analisaremos a viabilidade de empreendimentos que geram energia incentivada, para assim afirmar a efetividade do programa de subsídio implantado pelo governo que vigora até os dias de hoje.

4.1.VIABILIDADE DOS EMPREENDIMENTOS

Para realizar uma análise de viabilidade de um projeto é necessário um estudo para conferir a capacidade do sucesso econômico de determinado investimento (TRINDADE, 2020). O sucesso de um projeto relaciona-se com a sua capacidade de gerar retorno monetário ao longo do tempo, que seja suficiente para, pelo menos, pagar o custo investido de capital financeiro (LUZIO, 2011).

Nesse contexto, a análise dos empreendimentos será conduzida levando em consideração critérios como o payback, o valor presente líquido e a taxa interna de retorno. Esses indicadores proporcionam uma avaliação objetiva da viabilidade econômica do projeto, permitindo a tomada de decisões embasadas.

4.1.1. *Payback*

Para realizar uma análise de viabilidade de um projeto é necessário um estudo para conferir a capacidade do sucesso econômico de determinado investimento (GUTERRES, 2020). O sucesso de um projeto relaciona-se com a sua capacidade de gerar retorno monetário ao longo do tempo, que seja suficiente para, pelo menos, pagar o custo investido de capital financeiro (LUZIO, 2011).

Sendo assim, a análise dos empreendimentos será desenvolvida considerando: payback, valor presente líquido e taxa interna de retorno.

4.1.2. *Valor presente líquido (VPL)*

De acordo com Gitman, 2001, o VPL é uma metodologia que subtrai o investimento inicial do valor atual de seus fluxos de caixa (com desconto de uma taxa mínima de atratividade).

Se o VPL for maior que zero significa que o empreendimento gerará mais retorno monetário do que é necessário para abater do investimento inicial. Já se o VPL for menor que zero, o

empreendimento terá maior investimento inicial que o retorno monetário que irá trazer, tornando-se inviável.

4.1.3. Taxa interna de retorno (TIR)

A TIR é a taxa que torna o VPL zero, ou seja, é a taxa de desconto que faz com que a VPL de um investimento seja nulo (ROSS, 2002). De acordo com Braga, 1998, a TIR representa a rentabilidade gerada por um projeto.

Dessa forma, o projeto só poderá ser realizado quando a sua TIR for superior ao retorno exigido pelo acionista.

4.2. PCH'S

As pequenas centrais hidrelétricas (PCH) são usinas hidrelétricas de potência e tamanho reduzidos, classificação feita em 1997 (ANEEL). Ela deve apresentar reservatórios menores que 3 km² de área e 3,0 a 50,0 megawatts (MW) de potência (ANEEL).

Figura 5 - Classificação atual PCH

	Potencia (kW)	Queda (m)
PCH	Entre 3 MW e 50 MW	Entre 25 e 130 metros

Fonte: Adaptado de Mauad, Ferreira e Trindade (2017)

As PCHs começaram a ser construídas no Brasil na primeira metade do séc. XX, visando atender sistemas isolados (GUTERRES, 2020), atualmente as PCHs são responsáveis por aproximadamente 3,5% de toda a capacidade instalada do sistema interligado nacional (ABRAPCH).

É importante ressaltar que as PCHs se integram aos sistemas sem provocar nenhuma ou mínima modificação nos ecossistemas presentes (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

O custo de uma hidrelétrica depende de características do local, porém devido a padronização de projetos e equipamentos os custos de uma PCH costumam ser um pouco menores. As pequenas usinas geralmente apresentam um tempo de retorno do investimento menor, quando comparadas às usinas de maior porte, além de custo de manutenção e operação mais baixos (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

De acordo com Makaron (2012), a faixa de custo de implantação de uma PCH varia de R\$ 3 a R\$ 7 milhões/MW instalado. Já a Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa

(ABRAGEL) estimou, levando em conta diversos custos de construção de PCHs, um investimento médio de R\$ 6,496 milhões/MW.

A fim de comprovar a viabilidade do empreendimento, foi utilizado o estudo da implantação da Pequena Central Hidrelétrica Quebra Dentes, que faz parte do Complexo Toropi, localizado no estado do Rio Grande do Sul, realizado por Guterres, em 2020.

Considerações do projeto:

- Reservatório: 3,477 hm² - alagamento de 54,59 ha;
- Casa de máquinas composta de 3 unidades de geração;
- Potência instalada de 22360 kW.

Como a potência instalada está entre 1000 kW e 30000 kW o empreendimento pode ser caracterizado como fontes de energia incentivada.

A PCH de Quebra Dente possui 10 acionistas e é um empreendimento de iniciativa privada, não recebendo financiamento público. Ela apresentou um custo de construção do projeto de R\$ 86.891.826,32.

Em 2018, a usina participou do 1º leilão de 2018, promovido pela ANEEL, e o preço de comercialização da energia foi de R\$ 198,47.

Com essas informações, foi possível calcular o VPL:

Quadro 1 - Custo de Capital e VPL - PCH	
Custo de Capital	12%
VPL	R\$ 11.903.408,03

Fonte: O Autor (2022).

Como o valor de VPL é positivo o projeto é economicamente viável. Já o valor de payback encontrado foi de 11 anos.

Vale ressaltar, de acordo com os estudos realizados por Guterres (2020), que o valor de comercialização da energia é inferior a R\$168,70, o valor de VPL torna-se negativo, tornando o projeto inviável.

Os principais riscos de empreendimento desse tipo são: diminuição no preço da energia, seca prolongada, desenvolvimento de fontes de energia mais limpas e mais baratas, rompimento da barragem.

4.3.EÓLICA

A energia eólica é produzida a partir da força dos ventos, por meio de um aerogerador que transforma a energia cinética dos ventos em energia elétrica, e é uma fonte de energia limpa que apresenta baixa emissão de gases do efeito estufa. A utilização da força dos ventos pelo homem é milenar, porém após a invenção do motor a vapor, o uso dessa tecnologia sofreu um declínio.

Um contra-argumento fundamental à implementação dos sistemas eólicos para a geração de energia está relacionado à instabilidade temporal incontrolável e previsibilidade limitada dos recursos eólicos, que afetam a qualidade da energia distribuída nos sistemas elétricos (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017). Além disso, outro ponto mencionado pelos autores diz respeito ao fato de a energia eólica ser diretamente influenciada pela localização e força dos sistemas de alta e baixa pressão que exibem variações interanuais e decanais associadas à variabilidade climática. Para os autores, esses fatores criam obstáculos negativos ao crescimento da participação dos recursos eólicos em termos de segurança energética no sistema elétrico brasileiro.

O Brasil é atualmente um dos maiores produtores mundiais de energia eólica, ocupando o 6º lugar em capacidade instalada em 2021, ficando atrás apenas da China, Estados Unidos, Alemanha, Índia e Espanha (MARTINS, 2022). Segundo Cunha et al. (2019), isso se deve ao fato de a região nordeste apresentar um enorme potencial de energia eólica, o qual possui cerca de metade da eletricidade disponível no país, sendo a região que mais contribui para a produção nacional.

Nesse sentido, percebe-se que a geração de energia elétrica pela energia eólica vem criando forças atualmente, em 2021, segundo a ANEEL, o Brasil bateu recorde em expansão de usinas eólicas pelo país. Nos dias atuais 11,11% da matriz energética brasileira é composta pelas usinas eólicas.

É importante ressaltar que os ventos não estão distribuídos igualmente pelo planeta, dessa forma cada país apresentará um percentual de energia eólica na sua matriz energética.

O custo médio de instalação de uma usina eólica, de acordo com a ABEEólica, é de aproximadamente R\$ 4,5 milhões por megawatt (MW) instalado. Nesse cálculo está incluso o aerogerador e a infraestrutura elétrica e civil. Os componentes principais de um sistema de energia eólica são: turbinas eólicas e aerogeradores, banco de baterias, controlador de carga, e inversor.

Para que a viabilidade de um empreendimento que gera energia eólica seja comprovada, foi utilizado a implementação de um parque eólico descrito por Tavares, em 2016. Para os dados de velocidade de ventos, foi utilizado a localidade de Itaparica no estado da Bahia.

Considerações do projeto:

- Parque eólico de 20000 kW de potência total;
- 10 aerogeradores;
- Investimento inicial: 4.2 milhões R\$/MW (SOUZA et al., 2013);
- Velocidade média dos ventos em Itaparica: 7.6 m/s.

Como a potência instalada é inferior a 30000 kW o empreendimento pode ser caracterizado como fontes de energia incentivada.

Estrutura capital do projeto:

- 80% de capital de terceiros, financiado pelo BNDES;
- 20% de capital próprio;
- Taxa de juros real considerada: 8.5% a.a
- Preço de comercialização da energia: R\$ 160,00 (Leilão ANEEL, 2016)

Com essas informações, foi possível calcular o VPL:

Quadro 2 - Custo de Capital e VPL - Eólica	
Custo de Capital	10%
VPL	R\$ 296.000,00

Fonte: O Autor (2022).

Como o valor de VPL é positivo o projeto é economicamente viável.

O valor de payback encontrado foi de 11 anos.

É importante ressaltar que, de acordo com os estudos realizados por Tavares (2016) que quando o preço de comercialização da energia passa a ser igual ou menor que R \$159,20, o valor de VPL torna-se negativo, tornando o projeto inviável. O mesmo acontece para uma participação do capital de terceiros abaixo de 80% o valor do VPL também se torna negativo, inviabilizando o projeto. Dessa forma, para que o projeto seja aceito é necessário que a participação mínima do capital de terceiros seja de 80% do valor total do investimento e o preço de comercialização da energia seja maior que R \$159,20.

O Brasil possui um alto potencial eólico, principalmente na região nordeste, assim, a energia eólica torna-se muito atrativa, além de ser uma energia renovável e limpa. É importante salientar que, esse tipo de energia apresenta uma grande complementaridade com o regime pluvial do Brasil, quando a ocorrência de chuvas diminui, a intensidade dos ventos aumenta e vice-versa, como a maior parte da energia gerada no país é proveniente de hidrelétricas, que dependem do regime pluvial, explorar a energia eólica a fim de complementar o cenário de energia seria interessante.

4.4. BIOMASSA

Biomassa é considerada toda matéria orgânica, de origem animal ou vegetal, pré-existente na natureza ou gerada por ações antrópicas, que não se encontra em estado fossilizado, o que determina a utilização de determinado material é principalmente seu custo-benefício (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

A biomassa, quando utilizada para fins energéticos, divide-se em três categorias: florestal, agrícola e municipal, onde a biomassa agro energética inclui resíduos e subprodutos das atividades agropecuárias, agroindustriais e de produção animal. O potencial energético de cada um desses grupos depende das matérias-primas utilizadas e das técnicas utilizadas no processamento para obtê-las (CARDOSO, 2012).

Mundialmente, a biomassa é considerada uma das fontes de energia com maior potencial de crescimento de utilização no futuro (ANEEL, 2008 apud MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017), já que é possível o aproveitamento de vários tipos diferentes de matéria orgânica para fins energéticos o que permite consequentemente a utilização até mesmo de alguns rejeitos como matéria-prima. Além disso, esta fonte energética é considerada uma alternativa viável para a substituição do uso de combustíveis fósseis como carvão e petróleo (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

O Brasil se destaca como um grande país em energia de biomassa. Conforme mostrado na Tabela 2, a oferta de biomassa em 2005 foi de 558 milhões de toneladas, e espera-se que aumente para 1,402 bilhão de toneladas até 2030 (MORAES et al., 2017).

Tabela 2 - Oferta mássica de biomassa por resíduo agrícola, agroindustrial e silvicultura, em milhões de toneladas.

	2005	2010	2015	2020	2030
Total (toneladas)	558	731	898	1058	1402
Resíduos agrícolas	478	633	768	904	1196
Soja	185	251	302	359	482
Milho	176	251	304	361	485
Arroz (palha)	57	59	62	66	69
Cana-de-açúcar	60	73	100	119	160
Resíduos agroindustriais	80	98	130	154	207
Cana-de-açúcar (bagaço)	58	70	97	115	154
Arroz (casca)	2	2	3	3	3
Lixívia	13	17	21	25	34
Madeira	6	8	10	12	16
Florestas energéticas	13	30	31	43	46
Madeira excedente	13	30	31	43	46

Fonte: Ministério de Minas e Energia (2007) apud Moraes et al. (2017)

Devido à variedade de fontes de biomassa e formas de aproveitamento para que gerem energia elétrica, uma análise singular para cada uma delas se mostra muito complexa. Assim, para o propósito deste trabalho será analisada a viabilidade econômica da principal fonte de biomassa utilizada no país para geração de energia elétrica, que é o bagaço de cana de açúcar, devido à grande participação desta cultura na economia agrária do país. O bagaço da cana de açúcar é utilizado como combustível em usinas térmicas, os custos inerentes da implementação deste empreendimento podem ser divididos em seis categorias descritas no Quadro 3:

Quadro 3 – Custos de implementação para a geração de energia através da cana-de-açúcar

Custo	Participação no custo total (%)
Projeto	5
Infraestrutura	15
Equipamentos	60
Financeiro	10
Ambientais	5
Transmissão	5
Total	100

Fonte: Adaptado de Mauad, Ferreira e Trindade (2017)

Para ilustrar a viabilidade econômica de um empreendimento que gera energia a partir da utilização do bagaço de cana de açúcar foi analisada a implementação de uma termoelétrica no estado do Paraná descrita por Ribeiro (2016). A usina estudada pertence a uma indústria sucroalcooleira de produção tanto de açúcar como de etanol e possui capacidade instalada de 26,5 MW, se enquadrando na categoria de geração de energia incentivada e gerando excedente suficiente para comercialização. Para os cálculos foram considerados as seguintes condições:

- Investimento inicial: R\$ 30.000.000,00;
- Entradas de caixa:
 - Primeiros 6 anos: R\$ 2.310.000,00;
 - após 6 anos: R\$ 6.755.000,00

a partir destas informações aplicou-se o método de VPL e payback e obteve-se os seguintes resultados:

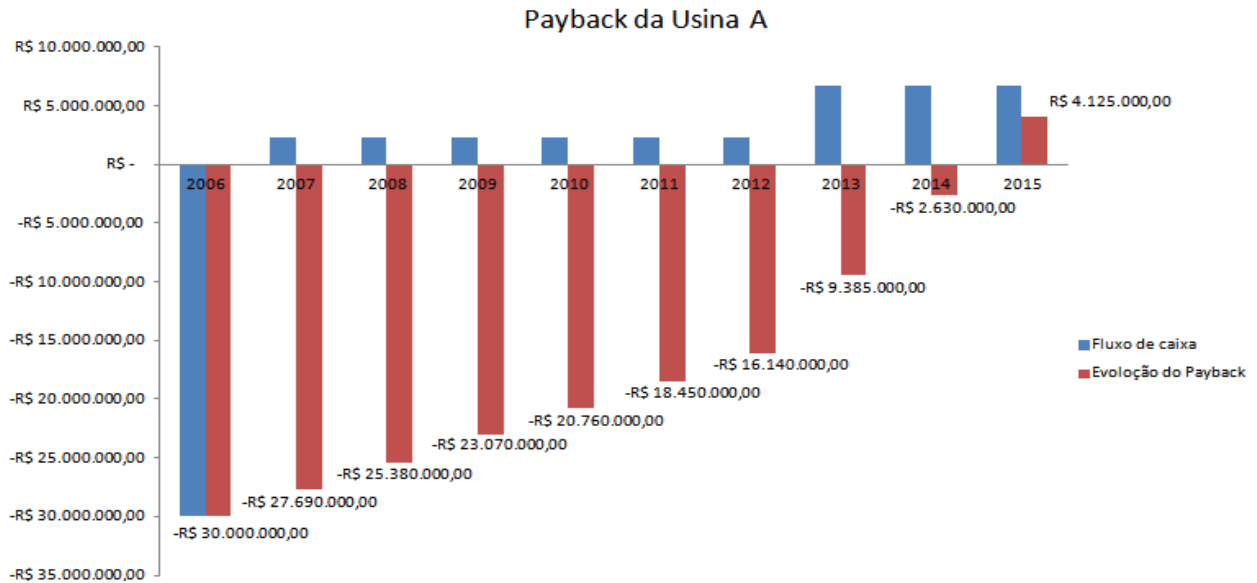
Quadro 4 - Custo de Capital e VPL - Biomassa		
Custo de Capital	10%	15%
VPL	R\$ 8.149.989,12	R\$ - 4.540.241,47

Fonte: O Autor (2022)

A análise do resultado do VPL indica que se o projeto for elaborado com um custo de capital de 10%, ele é economicamente viável, pois o VPL é maior que zero, e gera uma riqueza no valor de R \$8.149.989,12 (RIBEIRO, 2016).

E a análise de payback indicou o período de 9,38 anos, a figura 6 apresenta a evolução dele ao longo dos anos.

Figura 6 - Payback da Usina



Fonte: Ribeiro (2016)

A partir dos resultados obtidos e com a necessidade de diversificação da matriz elétrica do país, entende-se que é viável a implementação de usinas de cogeração, e a venda do excedente de energia gerado. Porém os principais desafios deste empreendimento estão relacionados à dificuldade de ligação destas usinas à rede básica de distribuição de energia e também à sazonalidade da matéria prima.

Contudo é importante salientar que para as regiões sudeste e centro-oeste a colheita da cana de açúcar coincide com o período seco do ano, ou seja, quando há maior necessidade do acionamento de usinas térmicas, contribuindo assim para a manutenção dos níveis de reservatórios. Além disso, uma solução possível para a sazonalidade de produção de energia é o investimento em locais de armazenamento do bagaço da cana, para utilização posterior.

O aproveitamento dos resíduos de plantações de cana-de-açúcar traz, na verdade, benefícios para aspectos ambientais da fase de colheita. Atribuindo valor econômico ao bagaço e à palha da cana, é cada vez mais atraente aos produtores o abandono do método tradicional de colheita, que envolve a queima da palha, e a adoção da colheita mecânica, que não só visa o aumento da produtividade da cultura, como também dispensa as queimadas e fornece mais insumos para a geração de energia na empresa (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

4.5. SOLAR

As preocupações ambientais estão aumentando na maioria dos países. Com isso, as energias renováveis ganham cada vez mais espaço no mercado mundial (JARDIM, 2007). No entanto, no Brasil, apesar das condições favoráveis para a energia fotovoltaica, pouco explora esse sistema. Contudo, a energia solar assumiu e demonstrou um importante papel revolucionário no desenvolvimento do setor energético, principalmente a partir da regulamentação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEE, 2018).

De acordo com Uczai (2012), são vários os benefícios econômicos e sociais do uso de energia renovável para o acesso universal à energia. A principal delas é o menor custo de obtenção de energia em relação aos combustíveis fósseis, o que também ajuda a reduzir a poluição da água.

Uma das principais vantagens do sistema fotovoltaico é a sua versatilidade, podendo ser instalado em coberturas, clarabóias, fachadas e até vidros, maximizando as possibilidades de novos projetos de edifícios e permitindo a implementação em edifícios existentes. Portanto, os sistemas fotovoltaicos constituem uma excelente estratégia para o “retrofit” de edifícios existentes (ou seja, aqueles considerados obsoletos), possibilitando a obtenção de instalações mais eficientes energeticamente em ambientes urbanos estabelecidos (COSTA et al., 2020).

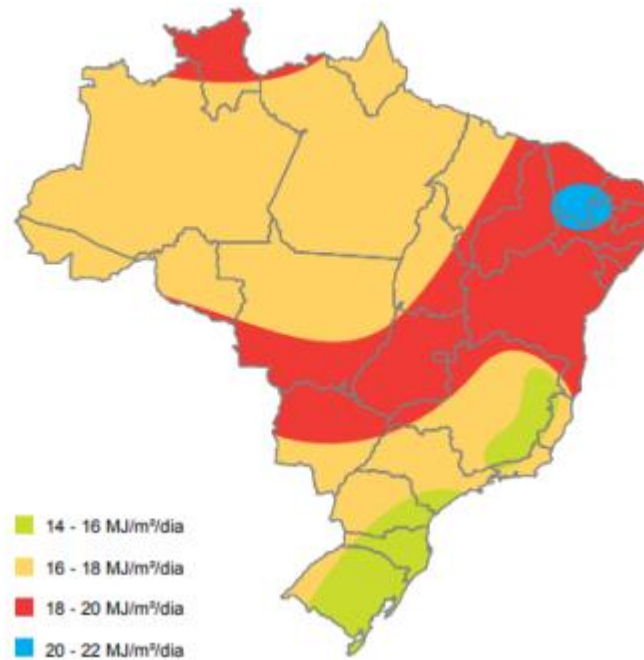
A energia que vem da luz e do calor do sol é a mais expressiva de todas as fontes de energia. O sol irradia cerca de 174 PW de radiação solar para a Terra, o que é muito superior se comparado a outras matrizes energéticas e de uso humano (PINHO; GALDINO, 2014). A energia total fornecida pelo sol atinge cerca de 94.000 TW na superfície da Terra (FADANNI; FANK, 2017).

Enquanto a radiação solar varia ao longo do ano, a radiação horizontal global usada para energia fotovoltaica varia muito pouco. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), mesmo a variabilidade interanual associada à média de longo prazo é menor do que a variabilidade observada em energia eólica ou hidrelétrica. Portanto, a energia solar fotovoltaica é menos dependente do comportamento temporal do que a energia hidrelétrica e a eólica. Isso permite a integração desse sistema elétrico desde que a incerteza sobre o fornecimento de energia seja reduzida, principalmente sobre o retorno econômico do investimento (COSTA et al., 2020).

Assim como o vento, o Brasil tem uma grande reputação de radiação solar. O Plano Nacional de Energia 2030 replica os dados do Atlas Solar Brasileiro e registra as variações dessa radiação durante o dia variando de 8 a 22 MJ (megajoules) por metro quadrado (m^2), com a menor variação ocorrendo em maio até julho, de 8 a 18 MJ/ m^2 . Além disso, a radiação no nordeste é

comparável às melhores regiões do mundo para essa variável. No entanto, isso não ocorre em outras regiões distantes do equador, como o sul e sudeste, onde se concentra a maior parte da atividade econômica (ANEEL, 2008).

Figura 7 – Variação da radiação solar no Brasil



Fonte: Adaptado Ribeiro (2018).

A energia solar é a única fonte indefinidamente renovável que apresenta capacidade de prover energia suficiente para satisfazer toda a demanda energética mundial (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017). Porém, hoje no Brasil a participação deste tipo de energia na matriz elétrica nacional é mínima e ainda o custo de geração é considerado elevado quando comparado às demais fontes de energia.

Os sistemas fotovoltaicos integrados à rede elétrica são sistemas que operam em paralelismo com a rede elétrica, em locais já atendidos por energia elétrica (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017). Esses sistemas possuem duas configurações diferentes, podendo estar distribuídos ou centralizados (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017). Os sistemas distribuídos são de menor porte e possuem como principal objetivo fornecer energia para o local onde foi instalado, sendo que o consumidor pode contar com a rede de distribuição convencional para complementar sua demanda, caso o sistema fotovoltaico não seja suficiente. Além disso, se o

sistema produzir mais do que o necessário, o excedente de energia pode ser enviado à rede pública, gerando benefícios econômicos para seu produtor (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017).

De acordo com a Aneel, os sistemas fotovoltaicos conectados à rede podem ser classificados em três categorias, de acordo com a capacidade de geração. Essas categorias são: microgeração (potência instalada de até 100 kW); minigeração (potência instalada entre 100 kW e 1 MW); e usinas de eletricidade (potência instalada superior a 1 MW) (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017). As fontes que se enquadram como potenciais geradoras de energia incentivada são as de mineração, que podem ser classificadas como distribuídas.

A definição e estimativa dos investimentos necessários para a instalação de um sistema fotovoltaico podem ser realizadas tomando como base os preços internacionais de módulos e inversores, sendo necessária a adição dos custos de frete, seguro, taxas, tributos e importação. Deve-se considerar também os custos de cabos, materiais extras, projeto e instalação (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017)

Utilizou-se a análise feita por Fagundes, 2019 que estudou a viabilidade econômica da implementação de sistemas fotovoltaicos (SF), de minigeração distribuída de energia elétrica em diferentes cidades brasileiras. Foram projetados 14 projetos em diferentes cidades brasileiras, com potência instalada de 1.200 kWp, que podem ser caracterizados como fontes de energia incentivada. Os custos inerentes à instalação podem ser divididos entre as seguintes categorias:

Quadro 5 – Custos de instalação de sistemas fotovoltaicos

Custo	Participação no custo total (%)
Módulos	40%
Inversores	30%
Material Elétrico	10%
Estruturas de fixação	10%
Projeto, Documentação e Engenharia	4%
Instalação e Montagem	6%
Total	100%

Fonte: Adaptado de Fagundes (2019)

Para os cálculos foram considerados as seguintes condições:

- O valor base utilizado foi de R\$ 3,25 por watt de potência instalado;
- Investimento inicial: R \$3.900.000,00 para cada instalação;
- Entrada de caixa média: R\$ 21.299.103,31

A partir destas informações aplicou-se o método de VPL e payback e obteve-se os seguintes resultados apresentados no quadro 6. Realizou-se a média aritmética entre os resultados dos 14 empreendimentos para avaliar de forma geral como as instalações impactaram a empresa responsável pela implantação.

Quadro 6 - Custo de Capital e VPL - Solar	
Custo de Capital	12%
VPL Médio	R\$ 6.976.737,95

Fonte: O Autor (2022)

Através da análise VPL média pode-se afirmar que o empreendimento é viável economicamente, uma vez que seu valor é positivo, maior que zero. Além disso, realizou-se as análises de taxa interna de retorno e de payback, conforme descrito no quadro 7, novamente foi realizada a média aritmética dos resultados individuais de cada empreendimento dimensionado.

Quadro 7 - Payback - Solar	
Payback Médio	6,44 anos

Fonte: O Autor (2022)

Tendo em vista que o rendimento dos módulos e instalações é de aproximadamente 20 a 25 anos, o período de payback calculado de quase 6,5 anos confirma a viabilidade do empreendimento. Porém apesar de ser uma fonte solar indefinidamente renovável, e apresentar custos viáveis de implementação é importante salientar também as dificuldades que ela apresenta.

No Brasil a falta de profissionais qualificados para instalação e manutenção destes estabelecimentos torna mais difícil sua implantação. Além disso, outro ponto de atenção é na produção dos painéis utilizados, sua fabricação depende de atividades de mineração e diversos processos industriais, atividades que possuem um alto nível de emissão de gases do efeito estufa.

5. METODOLOGIA

A presente pesquisa, adotou uma abordagem metodológica fundamentada na revisão bibliográfica. A metodologia utilizada baseou-se na coleta, seleção e análise de fontes bibliográficas relevantes e atualizadas sobre o tema em questão, respeitando os princípios éticos e acadêmicos para evitar qualquer forma de plágio.

A coleta das fontes bibliográficas foi realizada em diferentes bases de dados especializadas, tais como bibliotecas digitais, repositórios acadêmicos, periódicos científicos, sites de instituições governamentais e agências reguladoras do setor energético.

Após a coleta das fontes, foi realizada uma análise crítica e interpretativa dos conteúdos, buscando identificar informações pertinentes para a análise da capacidade de geração de energia por meio de fontes incentivadas no Brasil. Essa análise abrangeu aspectos como incentivos financeiros, metas e políticas de energia renovável, desenvolvimento tecnológico, integração na matriz elétrica e participação da sociedade.

Por fim, a metodologia bibliográfica adotada neste trabalho desempenhou um papel fundamental na fundamentação teórica da pesquisa, fornecendo informações relevantes e atualizadas sobre a capacidade de geração de energia por meio de fontes incentivadas no Brasil. As fontes consultadas e analisadas contribuíram para embasar as discussões e conclusões apresentadas, garantindo a integridade e originalidade deste estudo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão foram divididos em dois momentos, pre e pós cenário do Covid-19, infecção respiratória é causada pelo vírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (Sars-CoV-2). O primeiro momento comparativo é de 2018 x 2019, antes da pandemia Covid-19. E o segundo momento é o período posterior de 2021 x 2022.

Analizou-se inicialmente, informações sobre a energia incentivada e geração de energia dos anos de 2018 e 2019. Sendo assim, a Tabela 3 destaca uma comparação entre a geração de energia incentivada e a capacidade de geração durante o ano de 2018.

Tabela 3 – Geração de energia e capacidade instalada no ano de 2018

Meses de 2018	Geração (MW med)	Capacidade (MW)
Janeiro	7.395,198	26.004,802
Fevereiro	6.119,961	26.113,152
Março	6.484,980	26.263,917
Abril	8.123,619	26.429,222
Maio	9.428,836	26.664,068
Junho	10.734,000	26.883,503
Julho	11.660,870	26.951,623
Agosto	11.706,329	27.130,972
Setembro	12.209,161	27.669,322
Outubro	10.935,573	28.328,165
Novembro	11.274,468	29.024,341
Dezembro	8.490,015	29.365,861

Fonte: CCEE (2022)

Por sua vez, a Tabela 4 retrata as informações referentes a produção de geração e capacidade de energia incentivada em 2019.

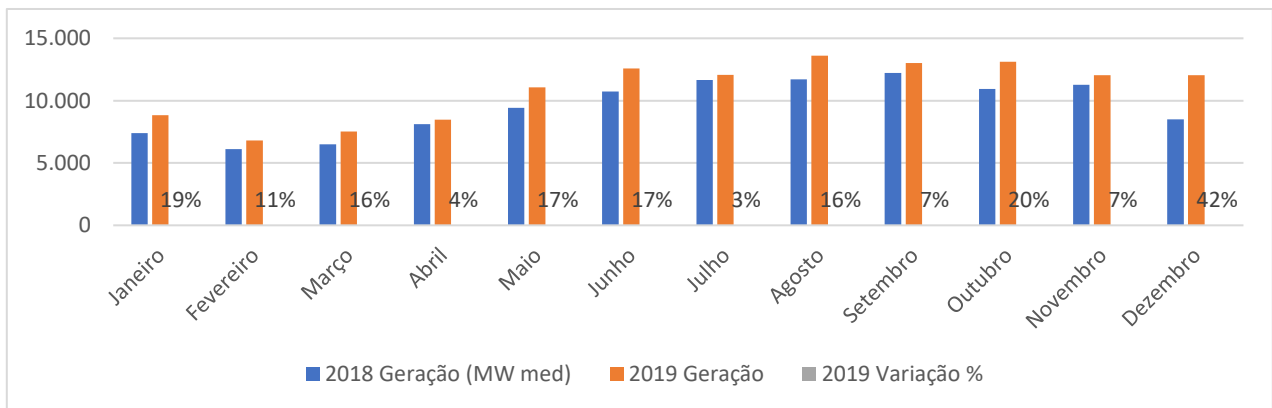
Tabela 4 - Geração de energia e capacidade instalada no ano de 2019

Meses de 2019	Geração (MW med)	Capacidade (MW)
Janeiro	8.826,198	29.497,045
Fevereiro	6.813,326	29.825,859
Março	7.526,153	30.068,055
Abril	8.470,690	30.090,001
Maio	11.055,935	29.962,298
Junho	12.573,717	30.065,623
Julho	12.058,643	30.169,251
Agosto	13.594,739	30.261,416
Setembro	13.023,977	30.503,300
Outubro	13.111,435	30.720,210
Novembro	12.051,316	30.970,737
Dezembro	12.051,316	30.970,737

Fonte: CCEE (2022)

A fim de comparação entre os anos de 2018 x 2019, foram criados os gráficos 1 e 2, neles estão presentes a variação percentual, que representa o crescimento ou decréscimo da capacidade de geração em relação ao ano anterior.

Gráfico 1 – Geração de Energia Incentivada 2018 e 2019 (MW med).



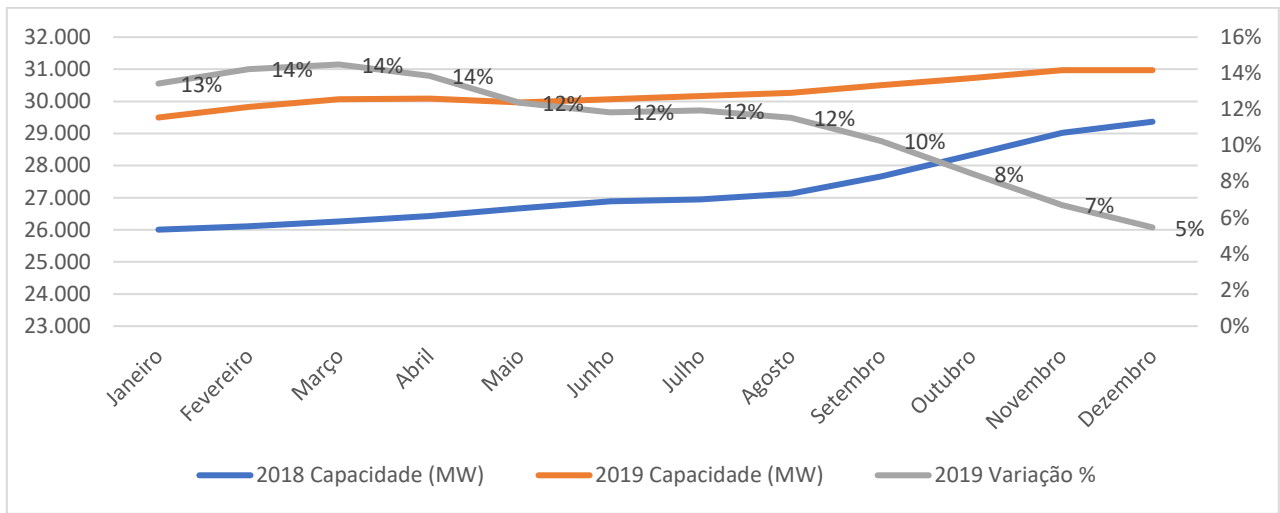
Fonte: O Autor (2023).

Janeiro, Maio, Junho, Agosto e Outubro apresentaram um aumento significativo na geração de energia incentivada em relação a 2018, variando de 17% a 42%. Fevereiro, Março, Abril, Julho, Setembro e Novembro apresentaram um aumento moderado na geração de energia incentivada, variando de 3% a 16%. Dezembro teve o maior aumento, com um crescimento significativo de 42% em relação a 2018.

É importante levar em consideração que a variação na geração de energia incentivada pode ser influenciada por vários fatores, como o aumento da capacidade instalada, a eficiência operacional das usinas e as condições ambientais favoráveis para a geração de energia renovável.

Essa análise preliminar dos dados fornece uma visão geral das tendências de geração de energia incentivada em 2018 e 2019. Para uma análise mais completa e precisa, é recomendável considerar outros fatores, como a participação de cada fonte de energia na geração total, a disponibilidade de recursos naturais e a demanda de energia nesses períodos.

Gráfico 2 – Capacidade Instalada de Energia Incentivada 2018 e 2019 (MW).



Fonte: O Autor (2023).

Observa-se que, em geral, houve um aumento na capacidade de geração de energia incentivada em 2019 em comparação com 2018. No entanto, a taxa de crescimento variou ao longo do ano.

Os meses de fevereiro, março e abril tiveram um aumento de aproximadamente 14% na capacidade de geração em relação a 2018, enquanto os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram taxas de crescimento mais baixas, variando de 5% a 10%.

Em alguns meses, a variação percentual da geração de energia difere da variação percentual da capacidade de geração. Por exemplo, em dezembro, enquanto a capacidade de geração teve um aumento de apenas 5%, a geração de energia teve um crescimento significativo de 42%. Essa discrepância pode indicar o impacto de fatores externos, como a eficiência operacional das usinas ou as condições climáticas, na geração real de energia.

Vários meses apresentaram aumentos notáveis tanto na capacidade de geração quanto na geração de energia incentivada em relação a 2018. Esses meses incluem janeiro, maio, junho, agosto e outubro. Essa tendência sugere que houve um aumento efetivo na utilização da capacidade instalada para gerar energia.

Essa análise inicial dos dados mostra algumas tendências interessantes na capacidade de geração e geração de energia incentivada em 2018 e 2019. No entanto, é importante realizar uma

análise mais aprofundada considerando outros fatores, como as fontes de energia específicas e as políticas energéticas implementadas nesse período, para obter uma compreensão mais completa do cenário energético durante esses anos.

De acordo com o levantamento disponibilizado pela CCEE, que analisa a disponibilidade de lastro de energia incentivada, ou seja, de fontes renováveis de energia, no Ambiente de Contratação Livre (ACL), houve uma sobra real de 215 megawatts médios (MWmédios) de energia incentivada para o ano de 2019, em relação a 2018, o que indica um excedente de oferta capaz de atender a demanda dos consumidores especiais, que são as unidades consumidoras de energia elétrica no mercado livre com cargas iguais ou superiores a 500 kilowatts (kW) (CONACEN, 2019).

Segundo o Conselho Nacional de Consumidores de Energia Elétrica (CONACEN, 2019), a disponibilidade de energia incentivada no ACL é impulsionada por diversos fatores, incluindo a liberação de lastros provenientes das operações do Mecanismo de Venda de Excedentes (MVE) e a substituição de quantidades de energia especial por convencional pelos consumidores especiais que passaram a ter a opção de escolha, em decorrência dos efeitos da Lei 13.360, de 17 de novembro de 2016, e da Portaria 514, de 27 de dezembro de 2018.

Além disso, Freire (2018), afirma que a disponibilidade excedente de energia incentivada para o ano de 2018 foi afetada pela diminuição do número de consumidores que migraram para o mercado livre, com uma redução mensal de 12% ao longo do ano. A maior parte das migrações é composta por cargas de menor porte, com consumo médio de 0,14 MW médios, representando 79% do total.

Conforme informações obtidas da ANEEL e do Diário Oficial da União - DOU, ao final de 2018, a capacidade total instalada de projetos em operação foi de 168 GW, distribuída entre diferentes tipos de usinas, tais como Usinas Hidrelétricas (UHE), Usinas Termelétricas (UTE), Usinas Eólicas (EOL), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), Usinas Termonucleares (UTN), Usinas Fotovoltaicas (UFV) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) (EPOWERBAY, 2019).

A respeito da energia provenientes das pequenas usinas hidrelétricas (PCH's), a Tabela 5 descreve as estatísticas sobre a geração e capacidade desse tipo de energia.

Tabela 5 – Capacidade instalada e geração de energia provenientes de PCH's em 2018

Meses de 2018	Geração (MW med)	Capacidade (MW)
Janeiro	1.915,037	3.159,806
Fevereiro	1.930,633	3.162,539
Março	2.052,688	3.162,904
Abril	1.863,485	3.170,209
Maio	1.464,152	3.230,725
Junho	1.398,895	3.252,877
Julho	1.292,471	3.301,467
Agosto	1.224,246	3.303,338
Setembro	1.410,766	3.329,258
Outubro	1.692,466	3.372,546
Novembro	1.973,178	3.382,569
Dezembro	1.983,274	3.408,207

Fonte: CCEE (2022)

De acordo com o relatório divulgado pela Agência Nacional de Energia Elétrica, o mês de agosto apresentou o menor volume mensal de expansão da capacidade de geração em 2018. Durante este mês, foram adicionados 42,18 MW na matriz elétrica nacional, em contraste aos 82,63 MW adicionados em julho e aos 57,70 MW divulgados anteriormente. Com isso, o país já acumula o aumento de 3.087,84 MW em capacidade de geração neste ano (ABRAPCH, 2018).

No mês de agosto, foram acrescidos 14 MW em Usinas Hidrelétricas (UHEs) e 28,18 MW em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Por outro lado, em julho, a expansão total foi de 18,93 MW em Usinas Térmicas a Biomassa, 23,5 MW em PCHs e 40,20 MW em Usinas Eólicas. Vale ressaltar que a soma desses volumes não chega a metade da capacidade adicionada em janeiro deste ano (251,65 MW), que até então representava o menor nível de expansão registrado no Brasil em 2018 (ABRAPCH, 2018).

Entre as fontes de energia elétrica listadas no relatório da Aneel, as UHEs foram responsáveis pela maior adição de nova capacidade, totalizando 1.761,22 MW. Em seguida aparece a energia eólica, que adicionou 756,30 MW em novos projetos. A energia solar fotovoltaica ocupa a terceira posição, com 337,92 MW adicionados. As PCHs contribuíram com 144,80 MW, enquanto as Usinas Térmicas e Biomassa forneceram 67,88 MW. As Usinas Termelétricas a Combustíveis Fósseis tiveram o menor acréscimo, com apenas 19,92 MW, representando apenas 0,65% do total adicionado (ABRAPCH, 2018).

Já para o ano de 2019, os dados referentes as hidrelétricas foram responsáveis por gerar 72,7% da energia consumida no Brasil, mesmo tendo uma capacidade instalada correspondente a apenas 63,86% (ABRAPCH, 2019).

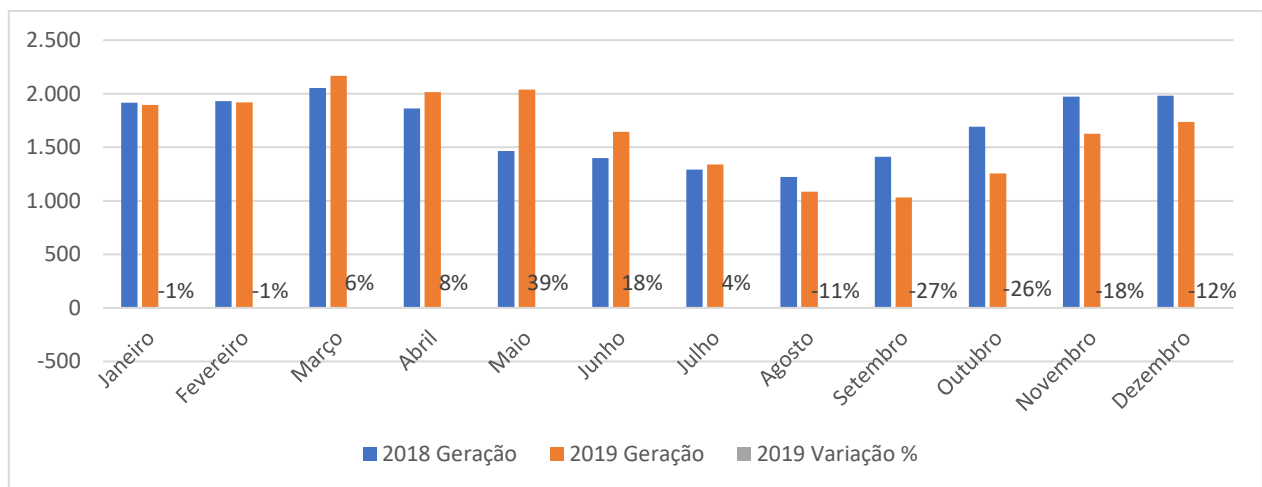
Tabela 6 - Capacidade instalada e geração de energia provenientes de PCH's em 2019

Meses de 2019	Geração (MW med)	Capacidade (MW)
Janeiro	1.894,313	3.409,964
Fevereiro	1.918,127	3.447,406
Março	2.167,270	3.448,779
Abril	2.015,469	3.466,579
Maio	2.038,264	3.478,300
Junho	1.645,068	3.478,300
Julho	1.340,246	3.483,938
Agosto	1.086,097	3.535,416
Setembro	1.032,371	3.557,423
Outubro	1.254,345	3.562,614
Novembro	1.625,376	3.570,196
Dezembro	1.735,684	3.636,202

Fonte: CCEE (2022)

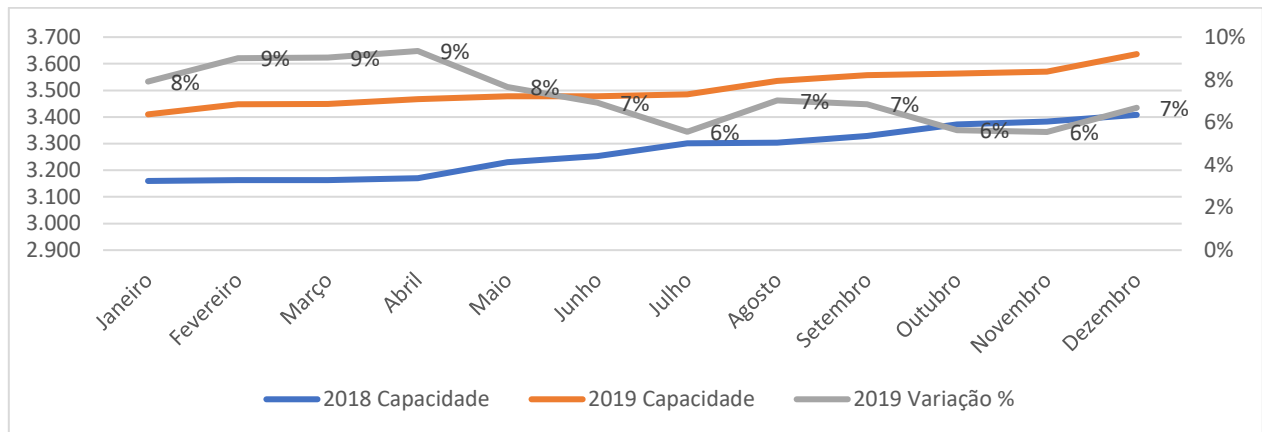
A fim de comparação entre os anos de 2018 x 2019, foram criados os gráficos 3 e 4, neles estão presentes a variação percentual tanto da capacidade instalada das PCHs, que representa o crescimento ou decréscimo da capacidade de geração em relação ao ano anterior.

Gráfico 3 – Geração de Energia provenientes de PCH's 2018 e 2019 (MW med).



Fonte: O Autor (2023).

Gráfico 4 – Capacidade Instalada de Energia provenientes de PCH's 2018 e 2019 (MW).



Fonte: O Autor (2023).

A capacidade instalada das PCHs teve um crescimento constante em 2019 em comparação a 2018, variando entre 6% e 9% de aumento. Os meses de fevereiro, março e abril apresentaram os maiores aumentos percentuais na capacidade instalada das PCHs, com um crescimento de 9% em relação a 2018.

A geração de energia das PCHs teve variações negativas e positivas em relação a 2018. Alguns meses mostraram uma redução na geração, enquanto outros apresentaram aumento. Os meses de maio e junho tiveram aumentos significativos na geração de energia das PCHs, com variações de 39% e 18%, respectivamente.

É interessante observar que, apesar do aumento na capacidade instalada, alguns meses registraram uma queda na geração de energia das PCHs em 2019 em comparação a 2018.

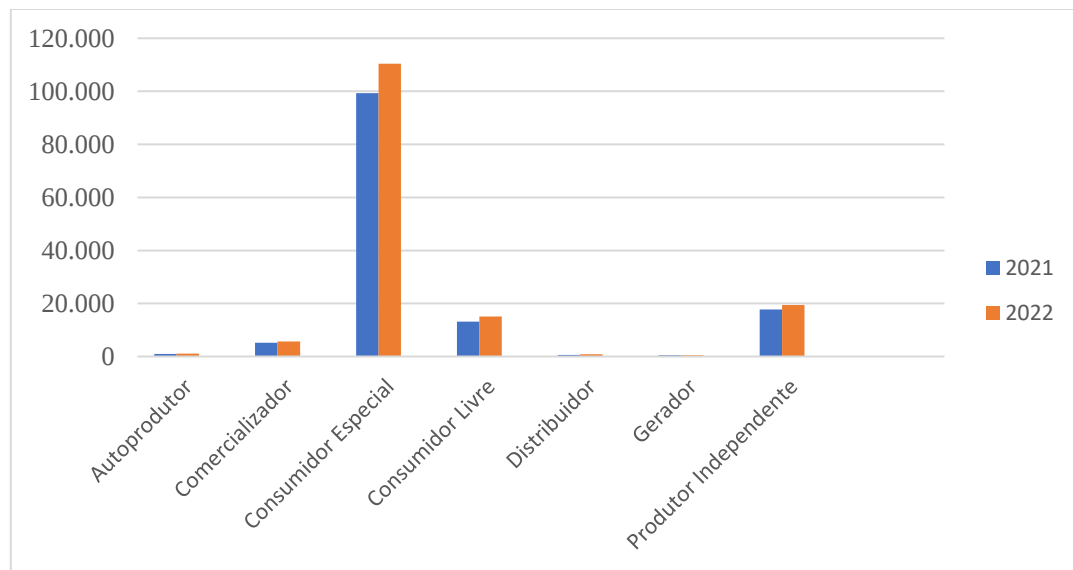
Essa análise dos dados das PCHs mostra que, embora tenha havido um crescimento na capacidade instalada dessas usinas hidrelétricas de pequeno porte em 2019, a geração de energia apresentou variações negativas em alguns meses. Isso pode ser resultado de fatores como condições climáticas, disponibilidade de água e eficiência operacional das usinas. É importante considerar outros fatores, como políticas de incentivo, demanda de energia e investimentos contínuos, para uma análise mais completa do desempenho das PCHs ao longo desses períodos.

Em 2021, devido à diversificação das matrizes energéticas no Sistema Elétrico Brasileiro, as medidas adotadas para conter a crise foram mais flexíveis, já que o país não dependia mais de 90% da energia hidráulica como em 2001. Entretanto, a demanda por energia elétrica em 2021

bateu recordes em relação aos 17 anos anteriores (SILVA JUNIOR, 2023). Segundo os autores, como forma de enfrentar a crise energética de 2021, o Governo Federal lançou um programa incentivando a população a economizar energia e reduzir o desperdício. Por meio desse programa, foi concedido descontos aos consumidores que voluntariamente conseguissem diminuir seus gastos com energia elétrica.

Ao analisar os índices sobre os tipos de consumidores no Brasil, no ano de 2022, informações publicadas Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), evidenciam um grande aumento referente aos dados de partição de agentes no consumo de energia, assim como retratado no Gráfico 5. Nota-se que os consumidores especiais apresentaram o maior acréscimo, sendo que em 2021, o número total era de 99.351 e em 2022 esse número chegou a marca de 110.451.

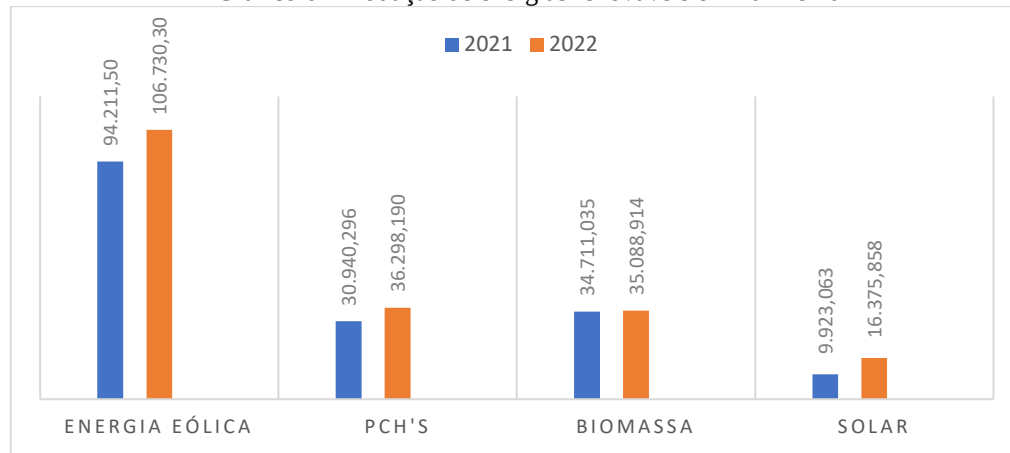
Gráfico 5 – Número de agentes participantes por classe



Fonte: CCEE (2022)

Percebe-se no Gráfico 5, que os dados referentes à classe “Gerador” não são evidentes. Isso ocorre pois os índices dessa classe apresentaram os menores valores em ambos anos. Em 2021, o país contava com 517 geradores, sendo que em 2022 esse número caiu para 516. Referente à produção de energias renováveis como a eólica, PCH’s, biomassa e solar, o Gráfico 6 retrata uma comparação entre a produção nos anos de 2021 e 2022.

Gráfico 6 - Produção de energias renováveis em 2021 e 2022



Fonte: CCEE, 2022

A respeito da capacidade instalada para a energia proveniente da biomassa, em 2022, o estado de São Paulo apresentava o maior índice, com 73.637,172 MW, enquanto o estado com menores índices de capacidade instalada era a Roraima, que não possuía nenhuma capacidade instalada, assim como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Capacidade instalada dos Estados em relação a energia proveniente da biomassa (em MW).

Estado	Capacidade Instalada 2021 (MW)	Capacidade Instalada 2022 (MW)
São Paulo	69595,090	73.637,172
Mato Grosso do Sul	22060,428	21.423,428
Minas Gerais	17430,852	20.303,852
Goiás	14865,676	15.422,176
Paraná	9330,302	11.368,136
Bahia	6357,600	6.117,600
Mato Grosso do Sul	4261,572	4.766,322
Rio Grande do Sul	4190,656	4.402,342
Espírito Santo	3.358,800	3.358,800
Maranhão	3204,480	3.204,480
Pernambuco	2334,096	2.510,544
Alagoas	2402,400	2.402,400
Paraíba	1154,390	1.158,000
Tocantins	960,000	960,000
Rio de Janeiro	731,184	731,184
Sergipe	702,000	702,000
Rio Grande do Norte	684,000	684,000
Santa Catarina	406,506	411,168
Pará	240,000	240,000
Piauí	216,000	216,000
Roraima	96,000	0,000

Fonte: CCEE (2022)

Ao analisar as informações referentes à capacidade de biomassa dos estados no ano de 2021, nota-se que o estado de Roraima continuava com os menores índices, mas diferente do que é retratado em 2022, a capacidade instalada da região era de 96 MW.

Em relação a capacidade de energia eólica em 2022, o Rio Grande do Norte apresenta os maiores índices com 82.014,260 MW e o Paraná apresentou os menores valores, com 30,000.

Tabela 8 – Capacidade dos Estados em relação a energia eólica (em MW)

Estados	Capacidade Instalada 2021 (MW)	Capacidade Instalada 2022 (MW)
Rio Grande do Norte	69.781,565	82.014,260
Bahia	63.911,340	79.112,715
Piauí	28.286,700	36.171,600
Ceará	28.907,880	30.701,280
Rio Grande do Sul	21.382,680	21.382,680
Pernambuco	9.893,280	11.545,980
Paraíba	3.399,720	7.639,780
Maranhão	5.112,000	5.112,000
Santa Catarina	2.825,388	2.867,988
Sergipe	414,000	414,000
Rio de Janeiro	336,600	336,600
Paraná	30,000	30,000

Fonte: CCEE (2022)

Analisando as informações de 2021, percebe-se que o cenário das classificações não alterou muito, o Rio Grande do Norte continua sendo o estado com maior capacidade de energia eólica e o Maranhão, o menor. Nota-se também que os estados do Rio Grande do Sul, Maranhão, Sergipe, Rio de Janeiro e Paraná não apresentaram alterações nas suas capacidades instaladas de energia eólica entre os dois anos analisados

Por sua vez, a Tabela 9 retrata a maior e a menor capacidade instalada dos estados referentes às pequenas usinas hidrelétricas (PCH's)

Tabela 9 – Capacidade Instalada de Energia referentes às pequenas usinas hidrelétricas dos estados (em MW)

Estado	Capacidade Instalada 2021 (MW)	Capacidade Instalada 2022 (MW)
Mato Grosso	12.047,592	12.329,368
Minas Gerais	10.588,836	10.740,823
Santa Catarina	9.129,003	9.385,752
Rio Grande do sul	8.328,855	8.705,653
Goiás	6.005,280	6.026,280
Paraná	4.544,350	5.544,956
Rio de Janeiro	3.975,324	3.974,764
São Paulo	3.888,714	3.888,860
Mato Grosso do Sul	3.875,328	3.875,328
Espírito Santo	2.891,344	3.111,168
Tocantins	2.108,520	2.108,520
Roraima	1.740,780	1.829,740
Bahia	1.042,520	1.012,896
Pará	480,000	480,000
Distrito Federal	360,000	360,000
Pernambuco	251,976	330,240
Rio Grande do Norte	56,400	249,777
Paraíba	42,240	240,000
Alagoas	25,080	56,400

Fonte: CCEE, 2022

É observado que nos dois anos mencionados, o estado do Mato Grosso ocupou a primeira posição em termos de capacidade instalada de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), enquanto Alagoas se destacou como o estado com a menor capacidade por dois anos consecutivos. Notavelmente, os estados do Rio de Janeiro e Bahia foram os únicos a apresentar uma redução em suas capacidades. No estado do Rio de Janeiro, a capacidade caiu de 3.975,324 para 3.974,764, enquanto no estado da Bahia, a redução foi de 1.042,52 para 1.012,896.

Por fim, a Tabela 10 é referente à capacidade instalada dos estados sobre a energia solar. Nota-se que nesse momento os estados do Nordeste ganham mais destaque, confirmando as afirmações anteriores de que essa região apresenta um mercado em potência para a geração de energia dessa natureza.

Tabela 10 – Capacidade Instalada dos estados sobre a energia fotovoltaica (em MW)

Estados	Capacidade Instalada 2021 (MW)	Capacidade Instalada 2022 (MW)
Bahia	12.105,297	16.226,796
Piauí	12.849,714	15.190,454
Minas Gerais	7.124,040	14.551,798
São Paulo	5.807,362	7.503,299
Ceará	3.929,052	7.396,094
Paraíba	1.636,555	4.042,014
Rio Grande do Norte	1.454,229	3.626,600
Pernambuco	2.062,000	3.523,596
Roraima	5,000	99,000
Santa Catarina	78,709	88,254
Rio Grande do Sul	35,610	80,874
Tocantins	60,000	60,000
Mato Grosso	11,760	29,820
Mato Grosso do Sul	-	24,000
Espírito Santo	-	12,804
Maranhão	2,520	5,880
Alagoas	-	3,520
Sergipe	-	1,600

Fonte: CCEE (2022)

Percebe-se também uma mudança na coleção entre os dois primeiros colocados em relação ao ano anterior ao retratado. Em 2021, o Piauí era o estado com a maior capacidade instalada de energia fotovoltaica, com 12.849,714 MW, enquanto a Bahia ocupava a segunda colocação, com 12.105,297 MW. O Rio Grande do Norte também obteve resultados satisfatório. O estado em 2021 possuía a oitava maior capacidade instalada de energia fotovoltaica, com 1.454,229 MW e no ano de 2022 essa capacidade subiu para 3.626,600 MW.

Em conclusão, os dados apresentados demonstram a diversificação das matrizes energéticas no Sistema Elétrico Brasileiro, o que tornou as medidas adotadas para enfrentar a crise energética mais flexíveis do que em 2001. Apesar disso, a demanda por energia elétrica em 2021 bateu recordes em relação aos 17 anos anteriores, o que exigiu do governo federal a adoção de um programa de incentivo à economia de energia. A análise dos índices de consumo de energia elétrica em 2022 evidencia um grande aumento no número de consumidores especiais, ao mesmo tempo em que o número de geradores diminuiu.

O gráfico 6 comparativo entre a produção de energias renováveis nos anos de 2021 e 2022 demonstra um crescimento significativo na produção de energia eólica, biomassa e solar. A capacidade instalada para a energia proveniente da biomassa no estado de São Paulo apresentou os maiores índices, enquanto a região de Roraima teve os menores índices, mas com uma melhora significativa em relação ao ano anterior. Já em relação à capacidade de energia eólica, o Rio Grande

do Norte teve os maiores índices e o Paraná os menores valores. Esses dados demonstram a importância de uma política de diversificação das fontes de energia, tendo em vista a crescente demanda por energia elétrica e a necessidade de reduzir a dependência de fontes não renováveis.

Com base nos dados apresentados, podemos concluir que a disponibilidade excedente de energia incentivada no Ambiente de Contratação Livre (ACL) em 2019 indica um cenário promissor para a oferta de energia renovável no Brasil. Isso é um indicativo positivo para a transição para uma matriz energética mais sustentável.

No entanto, é importante destacar que ainda é necessário aumentar a capacidade instalada de projetos de energias renováveis para que o país possa alcançar uma matriz energética mais equilibrada e reduzir sua dependência de fontes não renováveis. Além disso, é fundamental que o governo continue a oferecer incentivos e políticas de apoio para promover o desenvolvimento de energias limpas. Ao mesmo tempo, é necessário conscientizar a sociedade sobre a importância do uso de energias renováveis e a redução das emissões de gases de efeito estufa para enfrentar os desafios ambientais globais

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dessa revisão bibliográfica, foi possível identificar que no Brasil existem fontes alternativas de energia com grande potencial de aproveitamento, como a energia de biomassa, energia eólica e energia solar. Com base nos dados apresentados, é possível concluir que a disponibilidade excedente de energia incentivada no Ambiente de Contratação Livre (ACL) para o ano de 2019 indica um cenário favorável para a oferta de energia renovável no Brasil. No entanto, é importante ressaltar que a matriz elétrica do país ainda é predominantemente baseada em fontes não renováveis, com destaque para as hidrelétricas de grande porte, que não são consideradas fontes de energia incentivada.

Com a crescente preocupação mundial em relação às mudanças climáticas, torna-se cada vez mais urgente a utilização de energias renováveis. Nesse sentido, a presente pesquisa questiona a contribuição de Energia Incentivada no incentivo da ampliação do consumo de energia gerada por fontes alternativas.

No Brasil, a política de energia incentivada tem desempenhado um papel significativo no aumento da produção de energia sustentável. O país possui um enorme potencial para fontes renováveis, como solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), e tem buscado aproveitar esses recursos de maneira mais eficiente e sustentável.

No entanto, apesar dos avanços, ainda existem desafios a serem enfrentados no setor de energia sustentável no Brasil, como a necessidade de melhorar a infraestrutura e a capacidade de armazenamento de energia, superar obstáculos regulatórios e burocráticos, além de promover a diversificação da matriz energética em nível regional e local. É necessário aumentar a capacidade instalada de projetos de energias renováveis, como solar, eólica, biomassa e outras fontes incentivadas. Essa transição para fontes de energia limpa é essencial para reduzir a dependência de fontes não renováveis e mitigar os impactos ambientais associados à geração de energia.

Além disso, é fundamental que haja políticas públicas consistentes, incentivos e conscientização da sociedade sobre a importância da adoção de energias renováveis. Dessa forma, o país poderá avançar em direção a uma matriz energética mais diversificada, sustentável e alinhada com as necessidades ambientais e sociais.

Em resumo, a política de energia incentivada tem impulsionado o crescimento da produção de energia sustentável no Brasil, promovendo a diversificação da matriz energética e reduzindo a dependência de fontes de energia não renováveis. Através de incentivos financeiro e desenvolvimento tecnológico, o país tem buscado explorar seu vasto potencial de fontes renováveis para suprir sua demanda energética.

Por fim, é importante destacar que este estudo apresenta uma estrutura clara, dividida em capítulos, que permite uma compreensão aprofundada da temática abordada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAPCH, Associação Brasileira de PCHs E CGHs. **Agosto tem a menor expansão de geração em 2018**. ABRAPCH, 2018. Disponível em: <https://abrapch.org.br/2018/09/agosto-tem-a-menor-expansao-de-geracao-em-2018/>. Acesso em: 30 de março de 2023.
- ABRAPCH, Associação Brasileira de PCHs E CGHs. Cenário de PCHs e CGHs no Brasil. 2020.
- ABRAPCH, Associação Brasileira de PCHs E CGHs. **Contratação de PCHS e CGHS aumenta no último leilão de energia**. ABRAPCH, Boletim 2019. Disponível em: https://abrapch.org.br/wp-content/uploads/2020/02/BOLETIM-ABRAPCH-DEZ_2019-1.pdf. Acesso em: 30 mar. 2023.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. São Paulo, SP: Atlas, 2010.
- ANEEL. Resolução normativa N° 673, de 04 de agosto de 2020.
- ANEEL, Agência Nacional De Energia Elétrica. Resolução N° 482, de 17 de abril de 2018. Biblioteca virtual, 2018.
- BORGES, Ane Caroline Pereira et al. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. **REDE-Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 10, n. 2, p. 23-36, 2016. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/239>. Acesso em: 16 mai. 2023
- BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- BRASIL. ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. 233 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. A ANEEL. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/a-aneel>. Acesso em: 12 maio 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cmse>. Acesso em: 10 maio 2022.
- BRASIL. ONS. O que é ONS. 2022. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-ons/o-que-e-ons>. Acesso em: 12 maio 2022.
- BRASIL. **Portaria nº 465, de 12 de dezembro de 2019**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-465-de-12-de-dezembro-de-2019.-233554889>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

CARDOSO, Bruno Monteiro. **Uso da Biomassa como Alternativa Energética**. 2012. 112f. TCC (Graduação em Engenharia Eletricista) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2012.

CCEE (Brasil). Sobre Nós. 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/sobrenos>. Acesso em: 12 maio 2022.

CCEE (Brasil). O setor elétrico brasileiro. 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/governanca>. Acesso em: 10 maio 2022.

CCEE (Brasil). Info Mercado Mensal. 175. ed. São Paulo: Ccee, 2022

CCEE (Brasil). Nossos associados. São Paulo: Ccee, 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/nossos-associados>. Acesso em: 18 maio 2022.

CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Mercado Mensal - Dados Gerais e Individuais**. CCEE, 2022. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/web/guest/dados-e-analises/dados-mercado-mensal>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1983.

CONACEN, Conselho Nacional de Consumidores de Energia Elétrica. **CCEE aponta sobre de oferta de energia incentivada em 2019**. CONACEN, 2019. Disponível em: <http://www.conacen.com.br/2019/04/05/ccee-aponta-sobre-de-oferta-de-energia-incentivada-em-2019/>. Acesso em: 30 de março de 2023.

COSTA, A. C. et al. Energia solar fotovoltaica uma alternativa viável? **Brazil Jornal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 72637-72656, 2020.

CUNHA, Eduardo Argou Aires et al. Aspectos históricos da energia eólica no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 4, p.689-697, 2019.

DANTAS, Klynger Renan Menezes. UM ESTUDO DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA. 2018. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Ufmg, Campina Grande, 2018.

DUPONT, Fabrício Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 70-81, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/19195>. Acesso em: 16 mai. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Perguntas frequentes. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/a-epe/perguntas-frequentes>. Acesso em: 10 maio 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Leilões. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/leiloes>. Acesso em: 15 maio 2022.

EPOWERBAY. **Mercado De Projetos - 2018 Outorgas, DROs e Operação Comercial.** ePowerBay, 2019. Disponível em: <https://www.epowerbay.com/single-post/2019/01/15/mercado-de-projetos-2018-outorgas-dros-e-opera%C3%A7%C3%A3o-comercial>. Acesso em: 30 de março de 2023.

FADANNI, Daiane; FANK, Odir Luiz. **Sustentabilidade e consciência pública: energia solar fotovoltaica, viabilidade de uso nos municípios da ADR de Palmitos.** 2017. 22f. Artigo (Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável) - FAI Faculdades, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Daiane-Fadani.pdf>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2023.

FAGUNDES, Arian Rodrigues. **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE GERAÇÃO E VIABILIDADE ECONÔMICA DE USINAS SOLARES NO BRASIL.** 2019. 122 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Engenharia Econômica, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019.

FREIRE, Wagner. **CCEE alerta para déficit de energia incentivada em 2019.** Canal Energia, 2018. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53074924/ccee-alerta-para-deficit-de-energia-incentivada-em-2019>. Acesso em: 30 de março de 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira Essencial.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GUTERRES, Lucas da Trindade. **Análise de Viabilidade e Retorno Financeiro de Pequenas Centrais Hidrelétricas: Estudo de Caso da PCH Quebra Dentes.** Santa Maria: UFSM, 2020.

JACKSON, Jose Amancio Alves. **Análise regional da energia eólica no Brasil.** 2010. Guarabira, Paraíba. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.**

JARDIM, C. S. **A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno.** 2007. 166f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LIMA, Gabriela Marcomini de. **Fontes alternativas de energia.** Londrina, Paraná. Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017

LORENZO, Helena Carvalho. **O setor elétrico brasileiro: passado e futuro. Perspectivas: Revista de Ciências Sociais,** v. 24/25, 2001/2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/108151>>.

MARTINS, Flávia. **Brasil sobe posição em ranking global de produção de energia eólica.** CNN Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/brasil-sobe-posicao-em-ranking-global-de-producao-de-energia-eolica/>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2023.

MAKARON, Paula. **Análise de Viabilidade de Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas: Pontos Críticos de Sucesso a Partir de Estudos de Caso no Estado de Santa Catarina.** 2012.

MARTINS, Pura Lúcia Oliver; SACHINSKI, Gabriele Polato; RODRIGUES, Aline Santos Pereira. **Contribuições da revisão integrativa para a pesquisa qualitativa em Educação. Linhas Críticas**, v. 28, p. e40627, 2022

MAUAD, Frederico Fábio; FERREIRA, Luciana da Costa; TRINDADE, Tatiana Costa Guimarães. **Energia Renovável no Brasil: análise das principais fontes energéticas renováveis brasileiras**. São Carlos: Eesc/Usp, 2017. 344 p.

MEGAWATH. **Consumidor Livre**. MegaWhat, 2022. Disponível em: <https://megawhat.energy/verbetes/292/consumidor-livre>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014. 408p.

MORAES, Sandra Lúcia de et al. Cenário brasileiro da geração e uso de biomassa adensada. **Revista IPT: Tecnologia e Inovação**, v. 1, n. 4, p.58-73, 2017.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas et al. Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, v. 7, n. 2, p. 414-430, 2019.

NASCIMENTO, L. **Brasil bate recorde em geração de energia renovável**. Agência Brasil, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-02/brasil-bate-recorde-em-geracao-de-energia-renovavel>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2023.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Grupo De Trabalho De Energia Solar, CEPEL – DTE - CRESESB. Rio de Janeiro, 2014.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 1082-1100, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Rio Grande do Sul: Editora Feevale, 2013.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIEL, Randolph W.; JORDAN, Bradford D. **Princípios de Administração Financeira**. 2ª ed. São Paulo, Editora Atlas, 2002.

RIBEIRO, L. H. P. **Energia Solar: importância, implantação, instalação, vantagens e durabilidade de um sistema de energia renovável**. 2018. 122f. TCC (Bacharel em Engenharia Mecânica) - Centro Universitário do Sul de Minas – Unis, Varginha, MG, 2018.

RIBEIRO, Marcelo de Paula. **Estudo de viabilidade econômica da ligação de uma usina termelétrica movida à bagaço de cana no sistema elétrico do Paraná TRABALHO**. 2016. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procopio, 2016.

SILVA, Bruno Gonçalves da. **Evolução do setor elétrico brasileiro no contexto econômico nacional**: Uma análise histórica e econométrica de longo prazo. 2011. 162f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2011.

SILVA JUNIOR, Daveny Jales et al. Economia de energia elétrica com aplicações sustentáveis frente a uma recessão de geração de eletricidade em meio a uma crise hidroenergética no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e10012139638-e10012139638, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/39638>. Acesso em: 30 de março de 2023.

SOUZA, Tamiris Alves; NOGUEIRA, Fernando José. Fontes alternativas de energia no brasil: biomassa, eólica e solar. **Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica**, v. 4, n. 1, 2022.

TAVARES, Estevão. **Energia Eólica: Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira**. João Monlevade: ICEA, 2016.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável**: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

UCZAI, P. Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade. Câmara dos Deputados, **Caderno de Altos Estudos**, nº 10, p.1-273, 2012.

VECCHIA, R. **O meio ambiente e as energias renováveis**: instrumentos de liderança visionária para a sociedade sustentável. 1. ed. São Paulo: Manole: Minha Editora, 2010.