



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



**JEFFERSON VINÍCIUS LOURENÇO DE ASSIS**

**O PAPEL DA ANÁLISE DE DADOS NA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL  
INSTALADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

**OURO PRETO - MG**  
**2023**

**JEFFERSON VINÍCIUS LOURENÇO DE ASSIS**

**Jefferson.assis@aluno.ufop.edu.br**

**O PAPEL DA ANÁLISE DE DADOS NA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL  
INSTALADO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

**Professor orientador:** Prof<sup>o</sup> Cristiano Luís Turbino de França e Silva

**OURO PRETO – MG  
2023**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Jefferson Vinícius Lourenço de Assis**

### O papel da análise de dados na identificação do potencial instalado para geração de energia elétrica no Brasil

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 24 de julho de 2023

#### Membros da banca

Mestre - Cristiano Luís Turbino de França e Silva - Orientador Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutora - Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutor - Antonio Sánchez - Universidade Federal de Ouro Preto

Cristiano Luís Turbino de França e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 24/07/2023



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Luis Turbino de Franca e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/07/2023, às 21:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausino, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/08/2023, às 14:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0562108** e o código CRC **612CBC61**.

À minha família pelo amor, apoio e  
confiança.  
À UFOP pelo ensino público e de  
qualidade.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família, por todo amor e apoio incondicional concedido a mim, e também por serem exemplos de honestidade e dedicação, nos quais eu pude me espelhar para chegar até aqui.

Aos amigos e irmãos da gloriosa República Peripatus, por todo crescimento pessoal proporcionado e pela oportunidade de vivenciar e aprender sobre a vida como ela realmente é.

Agradeço também ao meu orientador o Professor Cristiano, por todo os ensinamentos e por terem cedido um pouco do seu tempo na elaboração do presente trabalho.

À UFOP, Escola de Minas e DEPRO e seus professores pelo ensino público de qualidade e por todo conhecimento transmitido.

Um agradecimento especial ao Instituto Tecnológico da Vale e ao Centro Acadêmico de Engenharia de produção, pelas oportunidades e por todo conhecimento adquirido durante esses anos, e por me fazerem admirar e amar a profissão que escolhi.

*A coisa mais indispensável a um homem  
é reconhecer o uso que deve fazer do seu  
próprio conhecimento.*

*Platão*

## RESUMO

Esse trabalho trata-se da análise do potencial instalado no Brasil para geração de energia elétrica por meio de microgeração e minigeração de energia elétrica. O objetivo principal é reforçar a importância do uso de ferramentas computacionais para observar tendências e insights no setor das microgerações e minigeração de energia elétrica para o planejamento energético nacional. Nesse sentido, a importância da utilização de ferramentas computacionais alinhadas com uma boa técnica de mineração de dados foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho. Através de data mining e o software de Business Intelligence da microsoft Power BI foi possível realizar uma interpretação mais intuitiva, deixando bem claros alguns pontos muito relevantes para a realização das análises. A revisão bibliográfica realizada teve uma importância grandiosa, no sentido de reforçar a importância das fontes de energia renováveis para a matriz elétrica de uma nação, com destaque para a contribuição das energias solar e eólica no tocante ao objetivo proposto. O trabalho também aborda os principais desafios enfrentados pelas microgerações e minigeração de energia elétrica no Brasil, como a falta de incentivos governamentais e a falta de informação sobre as tecnologias disponíveis. Dentre os resultados obtidos, destacam-se o potencial instalado em torno de 21,5 GW onde 98,79% é proveniente de energia fotovoltaica.

**Palavras-chave:** Ciência de dados, Data Mining, Microgeração, Minigeração, Energia Renovável.

## ABSTRACT

*This work deals with the analysis of the installed potential in Brazil for electricity generation through microgeneration and minigeneration of electrical energy. The main objective is to reinforce the importance of using computational tools to observe trends and insights in the microgeneration and minigeneration sector of electrical energy for national energy planning. In this sense, the importance of using computational tools aligned with good data mining techniques was fundamental for the development of the work. Through data mining and Microsoft Power BI Business Intelligence software, it was possible to achieve a more intuitive interpretation, making some very relevant points clear for the analysis. The literature review carried out had great importance in reinforcing the significance of renewable energy sources for a nation's electrical matrix, with emphasis on the contribution of solar and wind energies to the proposed objective. The work also addresses the main challenges faced by microgeneration and minigeneration of electrical energy in Brazil, such as the lack of government incentives and information about available technologies. Among the results obtained, the installed potential of around 21.5 GW stands out, where 98.79% comes from photovoltaic energy.*

**Keywords:** *Data Science, Data Mining, Microgeneration, Minigeneration, Renewable Energy.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1: Matriz Energética Mundial 2018. ....	17
Figura 2-2: Matriz Energética Brasileira 2018.....	17
Figura 2-3: Matriz Elétrica Brasileira 2018.....	18
Figura 2-4: Matriz elétrica brasileira em agosto de 2022. ....	19
Figura 2-5: Deposito de carvão mineral.....	21
Figura 2-6: Maior termoelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe.....	22
Figura 2-7: Vista do complexo nuclear de Angra dos Reis .....	24
Figura 2-8: Plataforma da Petrobras P52 .....	25
Figura 2-9: Complexo eólico da Iberdrola no Brasil .....	27
Figura 2-10: Bagaço de cana para produção de energia elétrica .....	28
Figura 2-11: Painel solar.....	29
Figura 2-12: Usina hidrelétrica de Itaipu .....	30
Figura 4-1 Potencial instalado por microgeração e minigeração de energia elétrica .....	36
Figura 4-2 Região com maior geração de energia .....	37
Figura 4-3 Tipo de geração .....	38
Figura 4-4 Setor de distribuição.....	39
Figura 4-5 Número de empreendimentos .....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1	Objetivos.....	11
1.1.1	Objetivo geral.....	11
1.1.2	Objetivos específicos: .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1	Ciência de dados.....	13
2.1.1	Data Mining.....	15
2.2	Fontes de energia na matriz energética brasileira.....	16
2.2.1	Matriz Elétrica .....	18
2.2.2	Fontes de energia não renováveis.....	19
2.2.3	Carvão Mineral.....	20
2.2.4	Gás natural .....	21
2.2.5	Nuclear.....	22
2.2.6	Petrolífera .....	24
2.2.7	Fontes de energia renováveis.....	25
2.2.8	Energia eólica .....	26
2.2.9	Biomassa .....	27
2.2.10	Solar fotovoltaica .....	28
2.2.11	Hidráulica.....	29
2.2.12	Geração Distribuída.....	30
2.2.13	Microgeração e minigeração de energia elétrica .....	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISES E RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
4.1	A base de dados.....	35
4.1.1	Potencial instalado no Brasil para geração de energia por meio de microgeração e minigerações de energia elétrica .....	36
4.1.2	Fontes de energia geradoras de energia elétrica.....	37
4.1.3	Setor de consumo .....	39
4.1.4	Número de empreendimentos.....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Diferente da matriz elétrica mundial, o Brasil possui sua matriz elétrica com uma elevada presença de fontes renováveis de energia. Esse é um fator muito importante para o país, pois possuir uma matriz elétrica fundamentada em fontes renováveis pode auxiliar na baixa de custos de operação e nas menores taxas de emissão dos gases de efeito estufa(ENERGÉTICA, 2018).

O cenário de microgeração e minigerações de energia elétrica no Brasil ainda se encontra em fase de desenvolvimento, mas em função da vasta gama de recursos energéticos renováveis presentes no país os empreendimentos nesse segmento podem adquirir um enorme potencial de crescimento ao decorrer dos anos (CRUZ, 2019).

O setor energético vem sofrendo diversas dificuldades ao longo dos anos relacionados com a geração de energia elétrica, por ser um insumo com uma dependência gigantesca para o ser humano, o seu uso vem se tornando cada vez maior, tendo em vista o aumento da população e os avanços tecnológicos.

O surgimento de frotas automotivas elétricas, internet das coisas conectando inúmeros dispositivos eletrônicos a uma rede de conexão local, que necessita de estar conectada por longos períodos. Todos esses fatores são contribuintes para que o consumo de energia elétrica no mundo seja cada vez maior.

Com uma matriz elétrica mundial baseada em fontes de combustível não renováveis e com a presença de uma grande parcela de combustível fóssil, pode acabar gerando sérios problemas climáticos para toda população mundial, com o aumento dos níveis de emissão de dióxido de carbono, e gases poluentes que contribuem no aquecimento global, gerando cada vez mais, temperaturas elevadas, trazendo preocupações a curto, médio e longo prazo.

Conforme os problemas climáticos que podem ser gerados relacionados ao aquecimento global, de qual maneira a utilização de geração distribuída de energia elétrica por microgeração e minigeração, podem auxiliar no crescimento econômico do país e na diminuição de danos gerados por gases tóxicos?

Com a dependência de energia elétrica mundial crescente, esse trabalho se justifica pela necessidade de encontrar métodos alternativos, visando suprir as necessidades de consumo de energia elétrica exigida para o crescimento dos grandes centros urbanos e o desenvolvimento de áreas menos desenvolvidas.

Buscando encontrar uma solução viável para os problemas relatados, utilizando métodos convencionais para a produção de energia elétrica no mundo, esse trabalho foi construído com o intuito de analisar as fontes energéticas no Brasil com potencial instalado para geração de energia elétrica, através de microgerações e minigerações, com o auxílio de dados disponíveis pelo governo federal, procurando entender como a utilização de fontes de energias renováveis podem diversificar a matriz elétrica brasileira e contribuir para o desenvolvimento econômico do país.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar os dados do potencial instalado no Brasil para geração de energia elétrica por meio de microgeração e minigerações.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- Realizar um estudo de revisão bibliográfica a respeito da ciência de dados para a aplicação de data mining;
- Analisar as fontes de energia renováveis e não renováveis presentes na matriz elétrica nacional;
- Apresentar as microgerações e minigerações de energia elétrica, considerando as fontes de energia que mais contribuem para a geração distribuída no país;
- Analisar o número de empreendimentos geradores no seguimento de microgeração e minigeração de energia elétrica;
- Apresentar e discutir os resultados acerca do potencial elétrico instalado no Brasil no segmento de microgeração e minigerações de energia

elétrica, aplicando ferramentas computacionais para análises mais intuitivas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Ciência de dados

A denominação de informação é dada pelo poder de analisar dados e conseguir absorver alguma informação perante eles. A aquisição de conhecimento parte dessa informação adquirida e o poder de compreendê-la, aplicando a mesma para um devido fim (AMARAL, 2016).

Um exemplo citado no livro "Introdução à Ciência de Dados: mineração de dados e big data (2016)" relacionando as questões de informação e dados, é o caso do Boeing 787, uma aeronave moderna, que possui em sua estrutura diversos sensores geradores de dados durante seus voos. O exemplo analisado no livro é dos sensores nos flaps. Flaps são extensões das asas que aumentam a sustentação da aeronave, usados, por exemplo, em procedimentos de pouso. Uma função dos sensores em um flap é emitir sinais de vibração, ou seja, isso é a geração de um dado. Quando a aeronave entra no procedimento de pouso, os sinais gerados são identificados como informações. "É natural um flap vibrar durante o pouso: isso é conhecimento" (AMARAL, 2016)

A geração de dados é uma arte que acompanha o ser humano desde os primórdios, dados podem ser expostos em um papel, paredes, ou até mesmo em pedras como eram esculpidos na pré-história, bem diferente da ideia que se tem hoje, atualmente com o grande volume de dados gerados por meios tecnológicos vem surgindo diversas oportunidades para análise, predição e modelagem de diversos modelos para tomadas de decisão. Durante muito tempo a utilização de dados foram feitas por análise em papel, espalhados por livros em diversas bibliotecas pelo mundo, denominados como dados não eletrônicos (AMARAL, 2016; SILVA et al., 2017).

A ciência de dados é mais conhecida com a expressão "Data Science" e surgiu lá nos anos 1960, ela é uma ciência relativamente nova, onde tende a tratar compreender os encaixes entre conhecimento e informação de forma clara, tendendo a estudar um dado durante todo seu ciclo de vida, desde a produção até ao descarte (AMARAL, 2016)

É muito comum fazer associação da ciência de dados apenas com a área de análise de dados, o que é uma maneira muito errada para ser apresentada, pois a ciência de dados vai muito mais além do que apenas o aprendizado de máquina ou estatística, existem outras fases muito importante antes de apenas fazer um filtro nas informações para a obtenção do conhecimento(AMARAL, 2016).

Á produção de um dado só fará sentido se ele for mantido em armazenamento em algum local, a geração desses dados se dará por meio de algum dispositivo, como, por exemplo: quando utilizamos computadores, celulares, maquinas programáveis, cartões de credito, e sensores de vários tipos, todos esses equipamentos irão gerar uma série de códigos, que serão guardados em um dispositivo eletrônico, para que possamos utilizá-los mais tarde. Esses dados terão uma estatura bem específica: podem ser um registro em banco de dados, um texto plano, um XML, entre outros. A partir do momento armazenado, se inicia o processo de transformação, essa transformação é necessária, para poder ser obtido resultado por números aleatórios gerados(AMARAL, 2016; RAUTENBERG; CARMO, 2019).

Logo após os dados serem gerados, armazenados em um dispositivo eletrônico e transformados, é preciso dá sentido para essa quantidade de números vagos, agora sim começa a parte de análise de dados, uma etapa que consiste na execução, operação de sistemas ou softwares para a obtenção do máximo de informação e conhecimento dos dados. Esse processo pode ser por meio de software de Busisness Intelligence(AMARAL, 2016).

A visualização também é uma etapa extremamente importante, ela serve para o entendimento de todo o processo por trás da análise de dados, deixando de maneira clara e objetiva o sentido dos dados que foram estudados, e é muito importante lembrar que a parte gráfica para visualização, não altera à base de dados no armazenamento(AMARAL, 2016).

Ao final do processo, vem a parte de descarte, onde que em uma estrutura data wharehouse, os dados poderão ficar armazenados até dez anos, mas considerando enquanto a vida útil de um dado, essas não são as únicas etapas das quais ele participa, existem outros processos presentes no ciclo de

vida de um dado, como, por exemplo, as questões voltadas para segurança, privacidade e qualidade.(AMARAL, 2016; NAVEGA, 2002).

### **2.1.1 Data Mining**

Grandes avanços econômicos foram possíveis em função do surgimento de novas tecnologias e métodos de trabalhos que possibilitaram o acúmulo de gigantescas bases de dados, contribuindo de maneira significativa o aproveitamento nos investimentos empresariais, pelo fato das bases de dados conter inúmeras informações que com o tempo pode ser melhor analisadas, gerando infrações importantes em diferentes instâncias (NAVEGA, 2002; SFERRA; CORRÊA, 2003).

Então para um planejamento estratégico e mais eficiente das empresas, surgiu a necessidade de criar novas habilidades e ferramentas, para que fosse possível analisar os bancos de dados e ver qual rumo estava tomando os resultados obtidos dentro da organização(GOLDSCHMIDT, 2015; SFERRA; CORRÊA, 2003).

Visando a necessidade de pegar uma montanha de dados soltos até aquele momento sem nenhum sentido aparente, impossível de seguir alguma estratégia baseada no que era gravado nos bancos de dados das organizações, surgiu a necessidade de uma ferramenta que fosse possível dar sentido para toda aquela montanha de bytes que as empresas possuíam, com isso surgiu o Data Mining, que também podemos chamar de mineração de dados(SFERRA; CORRÊA, 2003).

O Data Mining foi um grande avanço tecnológico, que teve seu surgimento das partes em comum presentes em três áreas, que são elas: estatística clássica, inteligência artificial e aprendizagem de máquina. O Data Mining faz parte um processo chamado de KDD (Knowledge Discovery in Databases) no português podemos chamar da Descoberta de conhecimento em Bases de Dados(SFERRA; CORRÊA, 2003).

## **2.2 Fontes de energia na matriz energética brasileira**

No Brasil e no mundo a energia está diretamente ligada ao desenvolvimento do país, no Brasil a partir da Segunda Guerra Mundial o setor de energia obteve um impulsionamento gigantesco gerado pelo grandioso crescimento demográfico e urbanização das grandes cidades, o que acabou aumentando a necessidade de novos meios de locomoção, obtendo grande influência na infraestrutura de transporte e no processo de industrialização contribuindo para o aumento da necessidade energética no país(TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

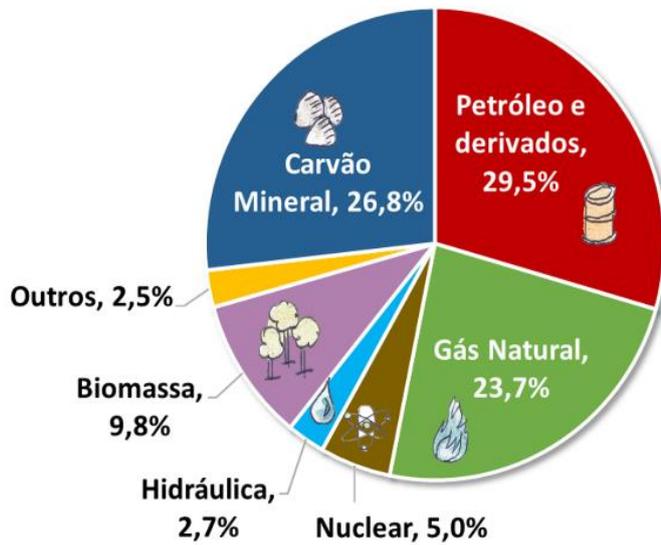
A grande necessidade do aumento energético no Brasil, foi gerada no século XX, período pelo qual o Brasil passou por um grande desenvolvimento econômico. Em 1970 o Brasil possuía uma população de 93 milhões de habitantes e um consumo energético de 70 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo), no ano 2000 o Brasil teve sua demanda de energia quase triplicada, considerando esse período de 30 anos, o número de habitantes no país saltou de 93 milhões para 170 milhões de habitantes, e a demanda de energia disparou de 70 milhões de tep para 190 milhões de tep (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Como mencionado em parágrafos anteriores, o Brasil passou por um grande crescimento econômico, um cenário impulsionado pelo grande aumento na demanda de energia, fator que só foi possível através de métodos mais eficientes para aproveitar a geração de energia, uma grande jogada para aumentar a energia ofertada, foi substituir fontes de energia menos eficientes, como, por exemplo: lenha, por fonte de energia mais eficiente, no caso os derivados de petróleo que é a maior composição da matriz energética mundial e pode ser observada logo abaixo na Figura 2-1(ENERGÉTICA, 2018; TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007)

Um fator agravante com o aumento do crescimento desenfreado que aconteceu no Brasil em 30 anos, com o aumento da população, crescimento do setor industrial e número de carros crescente nas vias, a necessidade de energia foi crescente e nessas condições veio a preocupação com as alterações climáticas gerada com todo esse desenvolvimento. O crescimento

econômico do país veio acompanhado de aumento nos gases de efeito estufa e aquecimento global (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

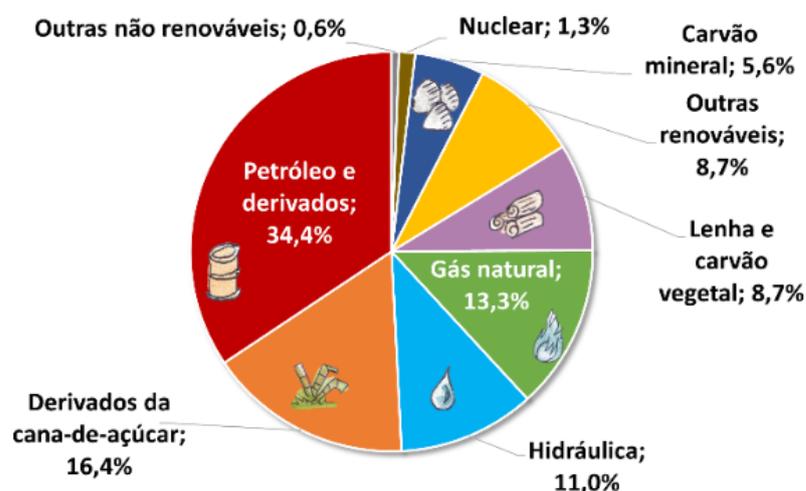
Figura 2-1: Matriz Energética Mundial 2018.



Fonte: (ENERGÉTICA, 2018)

Observa-se na Figura 2-1 e Figura 2-2 que em comparação com o cenário mundial, o Brasil consegue se destacar por apresentar uma matriz elétrica diversificada no processo de produção de energia, por poder contar com uma vasta gama de fontes de energia renováveis (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

Figura 2-2: Matriz Energética Brasileira 2018.



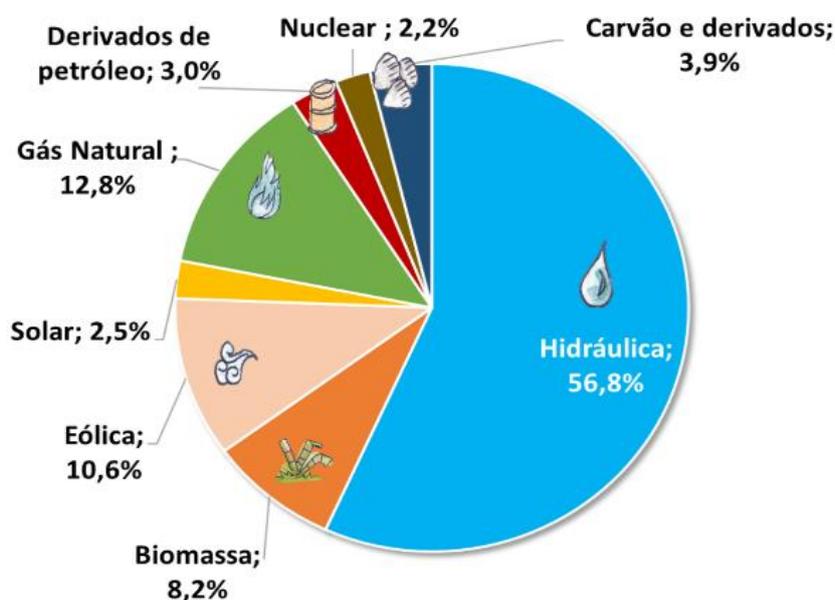
Fonte: (ENERGÉTICA, 2018)

### 2.2.1 Matriz Elétrica

É muito comum acontecer de confundir o que é matriz elétrica com o que é matriz energética, bem, vamos então diferenciar esses conceitos, e especificar o que venha ser a matriz elétrica: elas possuem uma diferença bem grande (ENERGÉTICA, 2018).

Uma matriz energética é composta de diversas fontes de energia utilizadas em diversos âmbitos, a energia gerada pela queima da gasolina para movimentar um carro, queima da lenha para a preparação de alimentos para o consumo, e também para gerar energia elétrica. A matriz elétrica, diferente da matriz energética, conta apenas com o conjunto de fontes de energia necessárias para a produção de energia elétrica, como pode ser observado na Figura 2-3. De maneira geral, é correto dizer que a matriz elétrica, é uma parte que fica dentro da matriz energética (ENERGÉTICA, 2018).

Figura 2-3: Matriz Elétrica Brasileira 2018

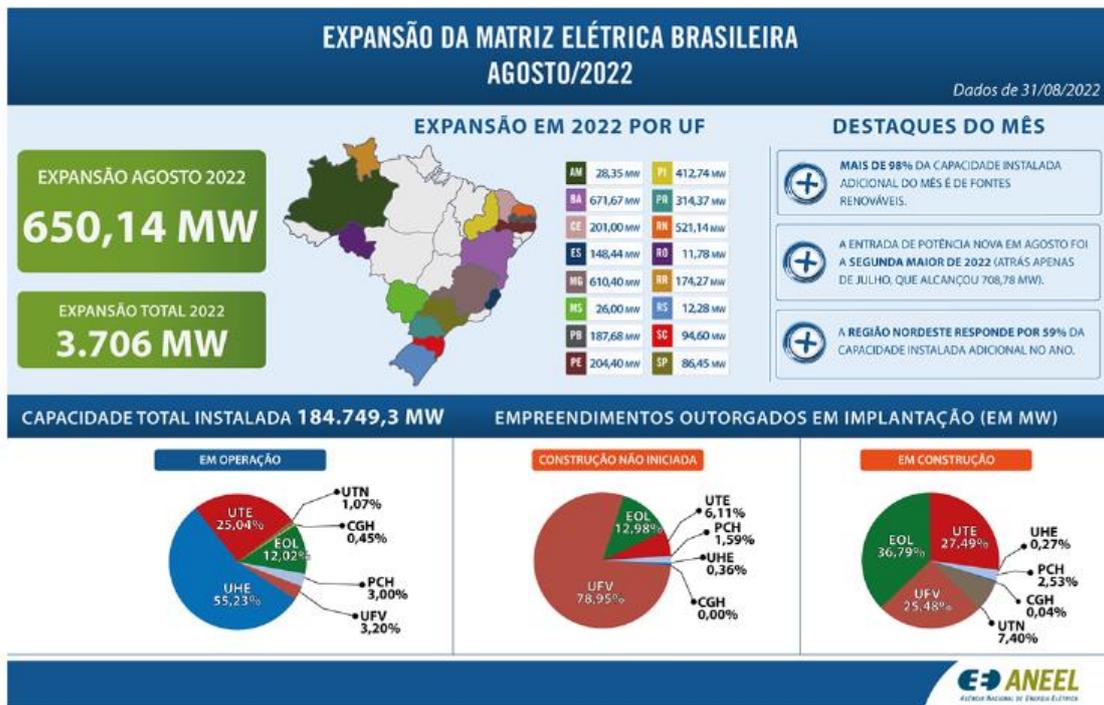


Fonte: (ENERGÉTICA, 2018)

Segundo a EPE, em seu Balanço Energético Nacional 2022, ano base 2021, o Brasil dispõe de uma matriz elétrica predominantemente renovável, com destaque para a fonte hidráulica que, naquele ano, respondeu por 53,4% da oferta de energia interna de energia elétrica. Em seguida, dentre as fontes renováveis, destacam-se a energia eólica, com 10,6%, a biomassa, com 8,2% e a solar fotovoltaica com 2,47%.

De acordo com a Figura 2-4 em agosto de 2022, a expansão da matriz elétrica brasileira segundo dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) ultrapassou a marca de 185 gigawatts (GW) na capacidade para geração de energia elétrica, contando com 82,23% da geração proveniente de energias renováveis, vindo da água dos rios, luz solar, e os ventos.

Figura 2-4: Matriz elétrica brasileira em agosto de 2022.



Fonte: (ANEEL, 2022)

## 2.2.2 Fontes de energia não renováveis

O surgimento de energias não renováveis no planeta Terra deu-se ao longo das eras pela deposição de material orgânico no subsolo terrestre, formando dessa maneira as fontes fósseis de energia, sendo elas: petróleo, carvão mineral, gás natural, xisto betuminoso, entre outros. Também existem as fontes energéticas presentes na crosta terrestre, que podem ser geradoras de energia através de transformações químicas. Esse seria o caso do urânio, que quando enriquecido, se transforma em energia nuclear (SOUSA, 2019).

E pelo fato das fontes de energias provenientes da deposição de fósseis e nuclear requererem um tempo para poder ser repostas no planeta, elas são consideradas energias não renováveis(SOUSA, 2019).

## 2.2.3 Carvão Mineral

O carvão mineral apresentado na Figura 2-5 é uma rocha sedimentar formada pela deposição de matérias orgânicas nas bacias sedimentares ao longo das eras, por um processo de temperatura e pressão, ao logo do tempo

esse material orgânico foi se solidificando, perdendo oxigênio e hidrogênio, e sendo enriquecido em carbono, esse processo é conhecido como carbonificação(BORBA, 2001).

A qualidade do carvão mineral é definida pelo tempo em que essa matéria orgânica é submetida a um processo de temperatura e pressão, e quanto mais alta for a temperatura e a pressão, melhor será a carbonificação desse carvão, logo ele será um carvão mineral de maior qualidade (BORBA, 2001).

Em função do tempo de carbonificação o carvão mineral, pode adquirir diferentes classificações, determinadas pelo teor de carbono presente do mineral, dessa forma ele pode ser: turfa, linhito e hulha(MARCOS NUNES COSMO et al., 2020).

O carvão tem um papel muito importante no desenvolvimento econômico, onde sua maior utilização é na produção de energia elétrica através de usinas termoelétricas(MARCOS NUNES COSMO et al., 2020)

Figura 2-5: Deposito de carvão mineral



Fonte: (COPELMI, 2017)

#### 2.2.4 Gás natural

A formação de gás natural se dá nas bacias sedimentares, pela maturação termal de rochas ricas em matéria orgânica, o processo para a geração de gás gira em torno de milhares de ano, sendo uma fonte de energia não renovável, pois a sua reposição demora muito tempo(REIS, 2018).

A ocorrência do gás natural na natureza se dá com a presença do petróleo, o gás natural é formado por uma mistura de hidrocarbonetos leves, compostos químicos orgânicos e inorgânicos. O gás natural se enquadra em diferentes cenários de utilização, não tão utilizado como o petróleo, mas ele pode ser aproveitado em atividades industriais, consumo doméstico, comercial, transporte e para geração de energia. Por apresentar em sua queima quantidades menores de poluentes e gases de efeito estufa, em relação aos demais combustíveis fósseis, o gás natural vem obtendo um avanço em sua importância como fonte de energia(REIS, 2018).

Com diversas aplicações no setor energético, no Brasil a principal utilização do gás natural é para a geração de energia elétrica por meio das usinas termoeletricas como na Figura 2-6, possuindo também uma parcela de consumo no setor industrial(REIS, 2018).

Figura 2-6: Maior termoeletrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe



Fonte:(GOV.BR, 2020)

### 2.2.5 Nuclear

A energia nuclear está presente entre as principais fonte de energia no mundo, a energia nuclear recebe esse nome por ser a energia que mantém os prótons e os nêutrons juntos no núcleo de um átomo sem modificar a estrutura do mesmo. É possível encontrar essa forma de energia para utilização baseando-se em técnicas de fusão de hidrogênio e fissão nuclear do Urânio (GOMES, 2017).

No processo de geração de energia por fusão nuclear, são juntados dois núcleos para a formação de um núcleo maior. O que possibilita a geração de energia é a utilização de elementos leves como: deutério (um núcleo de hidrogênio + um nêutron), trítio (contendo em seu núcleo dois nêutrons + um próton). Com a junção desses núcleos, acontece a formação do elemento hélio, o que acaba liberando uma quantidade de energia enorme, em função da pequena diferença mássica entre os núcleos envolvidos no processo (HUSSEIN, 2011).

Já na outra parte do processo, onde a energia é gerada por fissão nuclear, os núcleos pesados recebem uma chuva de nêutrons os bombardeando, até que esse núcleo é fragmentado sendo produzidos dois núcleos ou mais de tamanho menor, leves e com um alto poder de radiação (HUSSEIN, 2011).

Há uma pequena diferença de massa entre o núcleo original e a soma das massas dos núcleos filhos. Essa diferença na massa aparece como energia, de acordo com a equação de Einstein. Assim se gera a energia nuclear! Fissiona-se um núcleo do átomo de urânio, e libera-se energia. É claro que tem que haver um mecanismo que torne o processo contínuo. Para isso a própria natureza dá sua contribuição no sentido de que, ao se fissionar o urânio, não somente se produz energia e núcleos filhos, mas também mais nêutrons, que por sua vez induzem a fissão de mais núcleos, e o processo se repete em princípio sem controle (HUSSEIN, 2011).

Esse processo acaba saindo de controle e gerando uma reação em cadeia, onde sua utilização é designada para a produção de bombas atômicas(HUSSEIN, 2011).

A produção de energia elétrica por meio de energia nuclear se dá por reatores pelas usinas termonucleares ilustrada na Figura 2-7 com a energia

liberada na fissão do Urânio. As varetas com material radioativo dentro dos reatores ao serem fissionadas liberam calor, e esse calor aquece a água de circulação dentro dos reatores, que com ajuda de equipamentos tecnológicos e complexos, convertem energia mecânica provenientes das turbinas da usina, em energia elétrica(HUSSEIN, 2011).

Figura 2-7: Vista do complexo nuclear de Angra dos Reis



Fonte: (TERRA, 2020)

### 2.2.6 Petrolífera

A origem do petróleo se dá pela transformação de material orgânico em hidrocarbonetos, gerando petróleo e gás natural, localizados em bacias sedimentares no planeta ao longo de milhares de anos(SANÁBIO, 2009).

A grande procura do petróleo acontece por volta do século XIX, em busca de encontrarem uma fonte alternativa para conseguirem iluminação, pois o óleo de baleia, utilizado para geração de iluminação nos lampiões em vias públicas, estava em escassez e com o valor cada vez mais elevado, onde foi necessário buscar uma fonte alternativa de iluminação(AUGUSTO et al., 2011).

Não era visto muito valor econômico no diesel por gerar uma fumaça fuliginosa e nem na gasolina, por possuir uma certa probabilidade de explosão, dessa forma esses dois produtos derivados do petróleo eram levados ao descarte. O uso do petróleo como fonte de energia veio de seu subproduto querosene, que em seu estado mais puro, não produzia fumaça fuliginosa, e nem adquiria características explosivas como da gasolina, uma boa opção para substituir o óleo de baleia na época(AUGUSTO et al., 2011).

Pelo fato de o petróleo ser uma fonte de energia predominante no mundo, e matéria-prima para a produção de combustíveis energéticos como, por exemplo: gasolina, diesel, querosene e outros(FEITOSA, 2021).

A dependência do petróleo fez com que os níveis de emissão de gases poluentes fossem muito elevados ao longo dos tempos, gerando assim a necessidade da busca por fontes renováveis, menos agressiva ao meio ambiente(FEITOSA, 2021).

Figura 2-8: Plataforma da Petrobras P52



Fonte: (RIO, 2019)

### **2.2.7 Fontes de energia renováveis**

Fontes de energia renováveis são alternativas de energia limpa para substituir energias geradas por combustíveis fósseis. Elas são menos agressivas ao meio ambiente e, quando são analisadas com outras fontes de energia, tendem a possuir um impacto ambiental menor(BORGES et al., 2016).

A geração de energia por meio de fontes renováveis, além de impactar de maneira mais leve o meio ambiente, consegue gerar energia e empregos em diversos lugares do mundo onde não são possíveis encontrar combustíveis fósseis, como exemplo disso, a energia gerada através da biomassa(BORGES et al., 2016).

O Brasil possui em sua matriz energética uma enorme presença de fontes de energia renovável. A lenha ainda é muito utilizada para queima na produção de alimentos e também para aquecimento de ambientes. Mas em tempos anteriores, durante o ciclo da cana-de-açúcar, a lenha era utilizada para o aquecimento do caldo de cana para a produção de açúcar. Um grande salto tecnológico foi possível com a chegada da máquina a vapor, impulsionando uma nova forma de gerar energia com a lenha(BORGES et al., 2016).

O uso de energias renováveis para a geração de energia elétrica é um assunto relativamente novo. Claro que os primeiros usos de fontes renováveis para a produção de energia elétrica aconteceram há muito tempo na história da humanidade, mas apenas recentemente essas fontes de energia vêm recebendo tecnologias capazes de elevar a capacidade de produção energética. (DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

### **2.2.8 Energia eólica**

Acredita-se que a primeira vez que a energia eólica foi utilizada como forma de produzir trabalho mecânico aconteceu pelas máquinas de Heron Alexandria, há cerca de dois mil anos, anos depois a energia eólica teve uma participação muito grande no desenvolvimento da sociedade, sendo aproveitada por moinhos giratórios, substituindo o trabalho animal(DUPONT; GRASSI; ROMITTI, 2015).

No Brasil a primeira turbina de energia eólica foi instalada em Fernando de Noronha no ano de 1992, em uma parceria do Centro Brasileiro de Energia Eólica e a Companhia Energética de Pernambuco, financiado pelo instituto de pesquisa dinamarquês Folkecenter(JUNIOR; RODRIGUES, 2015).

No Brasil quando uma central eólica possui grande porte e é capaz de atender as necessidades de energia exigido pelo Sistema Integrado Nacional (SIN) ela pode ser conectada diretamente na rede elétrica, como exemplo: Figura 2-9. Por sua vez as pequenas centrais eólicas são destinadas para atender as comunidades e sistemas isolados, contribuindo no processo de desenvolvimento de fontes e eólicas e ajudando a popularizar esse método de produção de energia elétrica(JUNIOR; RODRIGUES, 2015)

Figura 2-9: Complexo eólico da Iberdrola no Brasil



Fonte: (ENERGIA, 2019)

### **2.2.9 Biomassa**

Com o aumento da população, a demanda de energia vem em uma crescente contaste, isso faz com que seja necessário a busca de energias sustentáveis e alternativas para a geração de energia elétrica, desde os anos 70 é discutido sobre maneiras sustentáveis para suprir a necessidade de energia elétrica da população, substituindo o combustível fóssil devido a sua escassez e também pela a preocupação com as mudanças climáticas geradas pelos gases poluentes(SANTOS; NASCIMENTO; ALVES, 2017)

Toda matéria orgânica que possa ser transformada em energia térmica, mecânica ou elétrica, pode ser considerada uma fonte de energia, a fonte de energia gerada por biomassa é presente na sociedade desde o início dos tempos pelo ser humana, por ser simples, abundante e de fácil encontro na natureza(SANTOS; NASCIMENTO; ALVES, 2017).

A biomassa tem uma parcela pouco expressiva na matriz energética mundial, mas mesmo assim ela ainda é bem utilizada na produção de energia elétrica, na China cerca de 30 milhões de habitantes sobrevivem sem acesso à energia elétrica tradicional, e acabam tendo que optar por formas alternativas para produção de eletricidade, tendo como opção mais viável, a biomassa(SANTOS; NASCIMENTO; ALVES, 2017).

Figura 2-10: Bagaço de cana para produção de energia elétrica



Fonte: (ONLINE, 2020)

### **2.2.10 Solar fotovoltaica**

A produção de energia solar no mundo é algo que iniciou a alguns anos atrás, por volta de 1839, um físico francês, conhecido como Edmond Becquerel, observou que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido produziam eletricidade quando expostas à luz solar. Dessa forma surgiu o fenômeno conhecido como efeito fotovoltaico(MACHADO; MIRANDA, 2015).

Alguns anos depois, em 1883, o inventor americano Charles Fritts, construiu a primeira bateria solar, feita de folha de selênio, mesmo com uma

baixa conversão de energia elétrica, foi um avanço tecnológico e pode contribuir de maneira ímpar, pois as pessoas não acreditavam na possibilidade de produzir energia elétrica sem precisar fazer a queima de combustíveis(MACHADO; MIRANDA, 2015).

Uma célula fotovoltaica apresentada na Figura 2-11, possui uma construção simples, ela é construída basicamente em um díodo com uma grande área, i.e. e com a ajuda de um semicondutor, criando internamente um campo elétrico permanente recebendo o nome de junção pn. Dessa forma, quando a radiação solar atinge o átomo do semicondutor, o mesmo faz a liberação de um electrão, que é conduzido devidamente do campo elétrico para os contactos, ajudando na formação de corrente para a célula fotovoltaica(BRITO; SILVA, 2006).

Figura 2-11: Pannel solar



Fonte:(ENERGIA, 2020)

### **2.2.11 Hidráulica**

A energia hidráulica é proveniente das águas, gerada através de um processo de precipitação e evaporação, esses fatores ocorrem pela irradiação solar e pela energia gravitacional, essas são as condições que contribuem para a geração de energia hidráulica. Nas usinas hidrelétricas acontece o processo

de transformação de energia cinética em energia elétrica a partir do aproveitamento do movimento das águas que giram as turbinas(QUEIROZ et al., 2013).

A geração de energia elétrica a partir do movimento das águas, possibilitou um grande avanço para a sociedade, pois de acordo com o Atlas Nacional de Energia Elétrica, uma das primeiras formas de substituir o trabalho animal por uma forma de trabalho mecânico, aconteceu com o bombeamento de água para girar a rotação dos silos para a moagem de grãos(QUEIROZ et al., 2013).

Uma usina hidrelétrica possui duas instalações bem definidas e que trabalham em conjunto para a geração de energia elétrica, esse conjunto é formado pela barragem, que tem como função interromper o fluxo normal de água, e armazenar em reservatórios, normalmente no curso do rio. E a segunda parte importante em uma usina hidrelétrica é a casa de força, onde acontece a transformação de energia cinética em energia elétrica, a água captada pelos reservatórios da barragem, passa por turbinas que estão conectadas a geradores(QUEIROZ et al., 2013).

Figura 2-12: Usina hidrelétrica de Itaipu



Fonte:(GAS, 2019).

### **2.2.12 Geração Distribuída**

A geração distribuída é um modelo de produção de energia elétrica que se diferencia dos métodos tradicionais, como as grandes usinas de geração centralizada. Nesse sistema, a energia elétrica é gerada em pequenas ou médias escalas, próximas aos locais de consumo, como residências, empresas e edifícios, permitindo que os próprios consumidores se tornem produtores de energia.

Essa forma descentralizada de geração se baseia, principalmente, no uso de fontes renováveis de energia, como solar, eólica, biomassa ou pequenas centrais hidrelétricas. Os sistemas de geração distribuída utilizam tecnologias como painéis solares fotovoltaicos, aerogeradores ou sistemas de cogeração, para converter recursos naturais em eletricidade limpa e sustentável.

Um dos principais benefícios da geração distribuída é a redução da dependência das redes de distribuição convencionais e a possibilidade de contribuir com a matriz energética, aumentando a participação de fontes limpas e renováveis no fornecimento de eletricidade. Além disso, os consumidores que adotam essa modalidade podem gerar sua própria energia, diminuindo a conta de eletricidade e até mesmo vendendo o excedente para a rede elétrica, dependendo das políticas de compensação energética de cada país ou região.

### **2.2.13 Microgeração e minigeração de energia elétrica**

Foi a partir de 2012, que a ANEEL possibilitou a entrada de energia gerada por uma unidade consumidora com geração distribuída na rede elétrica, por meio da Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012.

Segundo definição, a geração distribuída é realizada por consumidores independentes, por fontes renováveis e não renováveis de energia. Contudo, a Resolução Normativa ANEEL 482/2012 incentivou a geração de energia por fontes renováveis, como biomassa, eólica, solar fotovoltaica, pequenas centrais hidrelétricas, por meio de concessão de benefícios e incentivos, tais como isenção e redução de encargos e tarifas e prioridade no acesso à rede elétrica.

Ao longo dos anos a Resolução Normativa ANEEL 482/2012 sofreu alterações pela Resolução Normativa ANEEL 687/2015 e, mais atualmente, pela lei 14.300, de 6 de janeiro de 2022, que instituiu a criação do Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída, com a regulação das modalidades geração.

Logo, na categoria de microgeração distribuída estão as centrais geradoras com potência instalada até 75 quilowatts (KW). Já a minigeração distribuída contempla potência acima de 75 KW e menor ou igual a 3 MW, podendo ser de até 5 MW em situações específicas.

### 3 METODOLOGIA

O uso do data mining para a análise dos dados energéticos de minigerações e microgerações instaladas no Brasil nos últimos anos, pode mostrar como se comportou a variação no número de empreendimentos no segmento residencial e empresarial envolvendo todas as fontes de energia atualmente exploradas no Brasil.

Com a evolução recorrente na área da tecnologia da informação, foi gerada a possibilidade do armazenamento de grandes e múltiplas bases de dados. Os dados podem ser acumulados para inúmeros propósitos, mas em sua grande maioria são utilizados para estudos estatísticos na busca de responder algumas perguntas-chave como, por exemplo: a variação no número de empreendimentos do segmento de microgerações e minigerações de energia elétrica no decorrer dos anos (GOLDSCHMIDT, 2015).

De uma maneira geral, o data mining vem para transformar dados sem significado, números dispersos em gigantescos bancos de dados, em informações úteis para tomadas de decisões, de maneira estratégica (MARIANO, 2021).

É inegável a importância dos dados na era em que estamos vivendo, tanto que algumas expressões foram criadas para fazer comparações aos dados como: “dados são como petróleo”, “os dados são a nova moeda” e “os dados são o rei”, dando mais ênfase na importância de poder utilizar dados para conseguir analisar modas, tendências e padrões (TURBAN, 2013).

Para o desenvolvimento desse trabalho, a utilização de data mining em uma base de dados com mais de 1 milhão de linhas sobre o potencial energético brasileiro em energia distribuída, utilizando a ferramenta Power BI, o primeiro passo foi realizar a preparação dos dados. Nessa etapa, entramos nas bases de dados livres do governo federal e baixamos os dados disponibilizados pelo governo federal para a realização de uma análise inicial para entender sua estrutura, colunas e possíveis problemas, como dados faltantes ou inconsistências. Em seguida, fizemos a limpeza dos dados, tratando valores nulos, removendo dados irrelevantes e resolvendo eventuais inconsistências.

Após preparar os dados, foi hora de importá-los para o Power BI. Abri o Power BI e criei um novo projeto, importando os dados preparados para dentro da ferramenta. Pelo tamanho da base de dados, tive que optar por uma conexão com banco de dados.

Com os dados importados, fiz uma exploração inicial para entender os principais aspectos dos dados. Criei um painel inicial com gráficos de barras, gráficos pizza e tabelas resumidas. Identifiquei padrões, tendências e insights iniciais que poderiam guiar minhas análises futuras.

Defini claramente os objetivos específicos da análise e as questões que pretendia responder com a análise dos dados, isso me ajudou a orientar as etapas seguintes.

Criei visualizações interativas no Power BI para apresentar os resultados de forma mais clara e intuitiva. Utilizei gráficos, e outros recursos para tornar a análise mais compreensível.

Com todas as análises realizadas, insights obtidos e conclusões tiradas, montei um relatório final. Esse relatório incluiu as recomendações com base nos objetivos definidos inicialmente.

## **4 ANÁLISES E RESULTADOS**

### **4.1 A base de dados**

O Portal de Dados Abertos do Governo Federal é uma plataforma online mantida pelo governo brasileiro que tem como objetivo centralizar e disponibilizar dados governamentais de forma aberta e acessível ao público. Ele serve como um repositório central para uma ampla gama de conjuntos de dados provenientes de diferentes órgãos e entidades governamentais.

O portal é uma iniciativa voltada para promover a transparência governamental, permitindo que cidadãos, pesquisadores, jornalistas, empresas e organizações possam acessar e utilizar os dados para diversos propósitos. Ao disponibilizar os dados de forma aberta, o governo busca fomentar a participação cidadã, a inovação, e criação de valor a partir das informações públicas.

No portal, é possível encontrar conjuntos de dados abrangendo diversas áreas, como saúde, educação, segurança, economia, meio ambiente, transporte, entre outras. Esses dados são disponibilizados em formatos padronizados e abertos, permitindo que sejam facilmente utilizados e processados por sistemas e aplicativos de análise.

Além disso, o portal oferece recursos adicionais, como documentação técnica, tutoriais e guias de uso, para auxiliar os usuários na compreensão e utilização dos dados. Também é comum que sejam disponibilizados metadados, que fornecem informações detalhadas sobre os conjuntos de dados, incluindo sua descrição, formato, período de atualização e fonte.

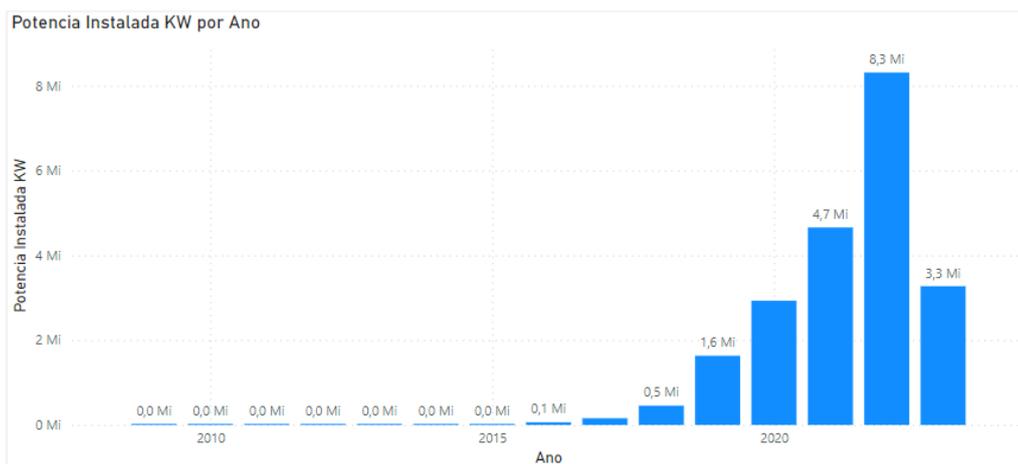
É importante destacar que o Portal de Dados Abertos do Governo Federal é uma iniciativa em constante evolução, com a inclusão de novos conjuntos de dados e melhorias na plataforma, a fim de ampliar a quantidade de informações disponíveis e facilitar o acesso e uso dos dados abertos pelo público em geral.

#### 4.1.1 Potencial instalado no Brasil para geração de energia por meio de microgeração e minigerações de energia elétrica

Através da análise de dados podemos observar que de acordo com o resultado apresentado pelo gráfico de barras na Figura 4-1, o potencial instalado de empreendimentos com geração distribuída vem em uma crescente gigantesca. O gráfico permite uma compreensão visual das relações entre as duas variáveis chave, o potencial instalado representado no eixo Y distribuído ao longo dos anos no eixo X.

Figura 4-1 Potencial instalado por microgeração e minigeração de energia elétrica

NomRegiao	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Centro Oeste	12	63	136	20	50	140	762	4071	12886	72484	288026	510384	714822	1141606	416655	3162116
Nordeste		6		406	1073	964	3012	17351	23538	67021	234694	542460	939373	1596295	732267	4158459
Norte	23	1		113	52	150	531	3633	13438	67244	169553	323742	521633	272482		1372595
Sudeste		6	5	44	210	1101	7076	27928	74046	162391	542590	1005555	1489890	2553580	1181249	7045672
Sul				195	23	485	3492	13656	43149	139695	499593	701529	1190772	2498997	670373	5761959
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>75</b>	<b>142</b>	<b>664</b>	<b>1469</b>	<b>2741</b>	<b>14492</b>	<b>63537</b>	<b>157253</b>	<b>455029</b>	<b>1632146</b>	<b>2929482</b>	<b>4658599</b>	<b>8312111</b>	<b>3273026</b>	<b>21500801</b>



Fonte: (Autorial)

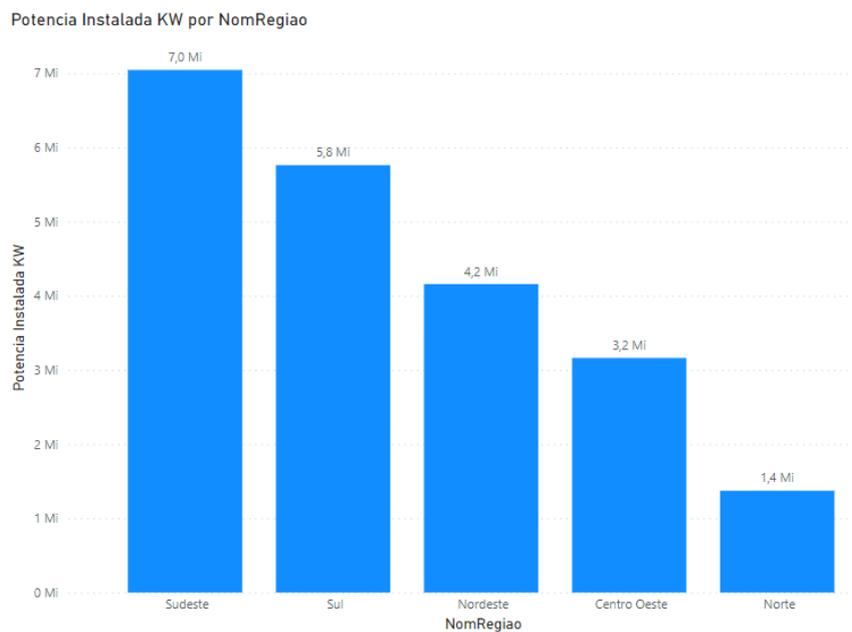
Fazendo a análise do gráfico, foi possível observar uma tendência positiva entre o potencial de geração de energia elétrica ao decorrer dos anos. De acordo com o passar dos anos, o potencial para geração de energia elétrica em todos os anos houve um aumento bem significativo. Essa relação linear crescente sugere que, ao decorrer dos anos possa haver mais evolução na busca por métodos alternativos para a geração de energia elétrica no Brasil.

A tabela apresentada na imagem Figura 4-1 apresenta de maneira clara, que o setor de energia elétrica brasileiro apresenta um potencial energético instalado de 21.500.801 KW, distribuídos em empreendimentos de geração por

microgerações e minigerações instalados no país, até o momento da geração da base de dados utilizada.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 4-2 o Sudeste é a região brasileira que mais contribuiu para esse volume de 21.500.801 KW, com cerca de 7 milhões de KW, contabilizando os empreendimentos cadastrados no site da ANEEL de 2009 até 2023, logo depois vem seguido das regiões, Sul, Nordeste, Centro Oeste e por fim o Norte.

Figura 4-2 Região com maior geração de energia



Fonte: (Autoral)

#### 4.1.2 Fontes de energia geradoras de energia elétrica

O dicionário de dados abertos que será anexado ao fim desse documento traz as siglas das fontes geradoras de energia elétrica das seguintes formas, UFV - Central Geradora Solar Fotovoltaica, CGH - Central Geradora Hidrelétrica, EOL - Central Geradora Eólica, UTE - Usina Termelétrica, a Figura 4-3 apresenta de maneira clara e objetiva de que maneira que as fontes de energia contribuíram para o montante de 21.500.801 KW distribuídos, o que leva a tirar algumas conclusões a partir da imagem.

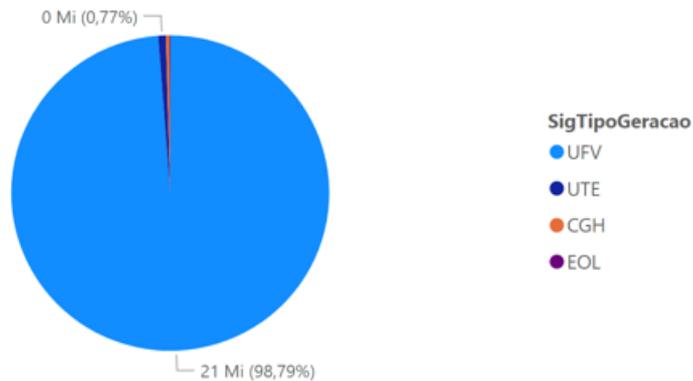
Esse crescimento tão significativo pode estar ligado a diversos fatores, que vão além da busca de energias renováveis, da sustentabilidade na questão

das emissões de GEE. O cenário inclui políticas e programas de incentivos do governo, a realização de leilões de energia específicos para algumas fontes como é o caso da eólica e da solar fotovoltaica, a diminuição dos custos com equipamentos, o sistema de compensação energética, que vai de encontro um dos grandes problemas do brasileiro que é a alta conta de energia elétrica também de avanços tecnológicos ao decorrer desses 15 anos. Contudo, o presente trabalho não tem como objetivo a realização de uma análise dessas informações, tendo restringido apenas à questão dos dados de potencial instalado. Logo, sugere-se para trabalhos futuros esse tipo de análise, a fim de investigar o crescimento da microgeração e minigeração distribuída no país.

Figura 4-3 Tipo de geração

SigTipoGeracao	Centro Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total
EOL		16740	20	141	313	17215
CGH	8257	230	1017	52903	15531	77938
UTE	35737	14011	2263	64613	48930	165554
UFV	3118121	4127478	1369295	6928014	5697185	21240094
<b>Total</b>	<b>3162116</b>	<b>4158459</b>	<b>1372595</b>	<b>7045672</b>	<b>5761959</b>	<b>21500801</b>

Soma de MdaPotencialInstaladaKW por SigTipoGeracao



Fonte: (Autoral)

Com a ajuda do gráfico em formato de pizza, pode ser tirado informações muito significativas para o desenvolvimento desse trabalho, como é possível observar que 98,79% de todo o potencial de energia elétrica gerado no Brasil, no cenário de estudos desse trabalho é proveniente da radiação solar, através de painéis fotovoltaicos, as outras fontes de energia possuem uma parcela de contribuição quase que mínima.

Com a ajuda da tabela, também presente na Figura 4-3 é possível analisar que a região Nordeste do Brasil é a que possui o maior potencial gerador de energia elétrica instalado produzida através de energia eólica, sendo um total de 16.740 KW, e que no Centro Oeste não existe nem um empreendimento nesse segmento para produção de energia elétrica. Apenas com essas análises não é possível chegar a uma conclusão do porque desse resultado, precisaria de um estudo mais aprofundado, mas são fatos muito interessantes.

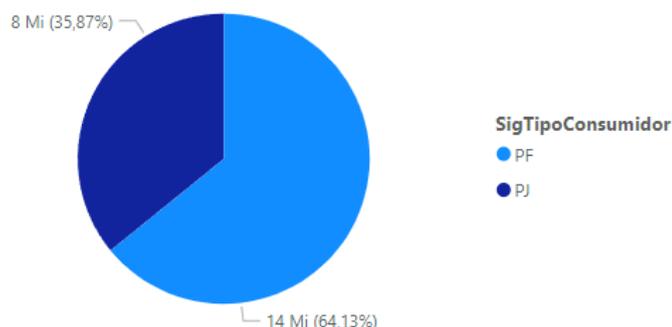
#### 4.1.3 Setor de consumo

O consumo de energia elétrica proveniente de microgeração e minigeração, pode ocorrer de duas maneiras, pode ser ele feito por pessoas física, quando o dono do empreendimento instala o gerador de energia em sua residência, ou por pessoa jurídica, quando empresas ou outras instituições faz a instalação do gerador em sua organização.

Figura 4-4 Setor de distribuição

SigTipoConsumidor	Centro Oeste	Nordeste	Norte	Sudeste	Sul	Total
PF	2022836	2687415	961744	4237663	3877763	<b>13787421</b>
PJ	1139280	1471044	410851	2808009	1884158	<b>7713342</b>
					39	<b>39</b>
<b>Total</b>	<b>3162116</b>	<b>4158459</b>	<b>1372595</b>	<b>7045672</b>	<b>5761959</b>	<b>21500801</b>

Soma de MdaPotencialInstaladaKW por SigTipoConsumidor



Fonte: (Autoral)

Com a Figura 4-4 conclui-se que 64,13% do potencial gerador de energia elétrica instalado no Brasil no ramo de mini e microgeração, é destinado para o setor de pessoa física, o que mostra que as pessoas estão cada vez em busca

de métodos alternativos para estarem levando energia elétrica para suas residências. O setor empresarial também tem uma grande parcela de investimento em energia limpa e renovável, contando com os outros 35,87% do potencial instalado.

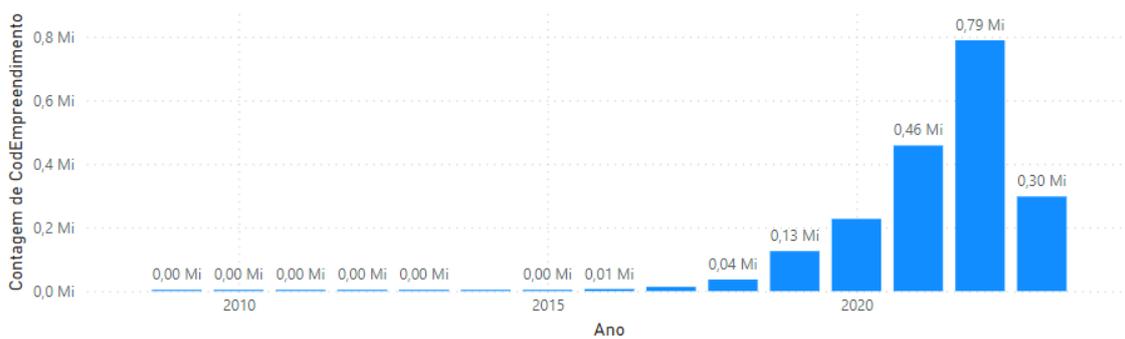
#### 4.1.4 Número de empreendimentos

Com base nos estudos realizados através dos dados abertos liberados pelo governo federal, foi possível analisar que o número de empreendimentos no setor de microgeração e minigeração de energia elétrica no Brasil houve um grande avanço ao decorrer dos anos a partir de 2009, assim como pode ser observado na Figura 4-5, que nesse ano contava apenas com 5 empreendimentos e que com busca por alternativas mais sustentáveis, no ano de 2023 até o momento da geração dessa base de dados contavam com 1.955.952 empreendimentos, pode-se dizer que foi um grande crescimento em menos de 15 anos.

Figura 4-5 Número de empreendimentos

SigTipoConsumidor	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
											1	1				2
PF	3	10	8	7	43	208	1079	5426	11462	30172	105186	195618	418913	724064	269689	1761888
PJ	2		3	4	13	81	252	1084	2152	6169	20666	31551	39166	64948	27971	194062
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>56</b>	<b>289</b>	<b>1331</b>	<b>6510</b>	<b>13614</b>	<b>36341</b>	<b>125853</b>	<b>227170</b>	<b>458079</b>	<b>789012</b>	<b>297660</b>	<b>1955952</b>

Contagem de CodEmpreendimento por Ano



Fonte: (Autoral)

Esse crescimento tão significativo pode estar ligado a diversos fatores, como a busca de energias limpas, sustentabilidade, incentivos do governo, os avanços tecnológicos ao decorrer desses 15 anos, mas esse trabalho não possui informações suficientes para afirmar o que realmente contribuiu para

crescimento, seria preciso de um estudo mais aprofundado para chegar nessa conclusão, mas os dados são de muita importância para o setor energético brasileiro.

Em função da matriz energética brasileira pode se dizer que esse aumento no número de empreendimento é algo muito positivo, pois isso ajuda a diminuir a dependência de fontes não renováveis de energia. Além de obter cada vez mais a autossuficiência na produção de energia no país.

## 5 CONCLUSÃO

Ao chegar à conclusão desse trabalho de monografia sobre análise de dados do potencial instalado no Brasil para geração de energia elétrica por meio de microgeração e minigerações de energia elétrica, é possível considerar alguns pontos muito importantes.

De início apresenta-se a importância da utilização de ferramentas computacionais, alinhada com uma boa técnica de mineração de dados, esse fator foi fundamental para desenvolvimento do trabalho, pois através da ferramenta utilizada e a técnica para minerar os dados coletados, foi possível realizar uma interpretação mais intuitiva, deixando bem claro pontos muito relevantes para a realização das análises. Foi apresentado um potencial instalado para geração de energia elétrica de mais ou menos 21,5 GW sendo 64,13% distribuído em empreendimentos de pessoas físicas. O que não seria possível de entender apenas olhando para dados disponibilizados pelo governo brasileiro.

A revisão bibliográfica que foi realizada para a conclusão desse trabalho tem uma importância grandiosa, ela vem para deixar de maneira clara e reforçada a importância das fontes de energia renováveis. Pós análises ficando de maneira clara a dependência da energia solar e eólica para produção de energia elétrica por métodos alternativos. O que também foi confirmado pela análise de dados, onde foi observado uma tendência positiva, o que nos leva a crer que existe um potencial significativo dessas fontes de energia no Brasil.

O estudo em questão apresentou uma crescente positiva no número de empreendimentos no segmento de microgeração e minigeração de energia elétrica no Brasil, pois em 2009 existiam 5 empreendimentos no ramo e em 05/06/2023 esse número foi para 1.955.952, o que nos leva a entender que é um mercado promissor e de muita aceitação pela população. Isso reflete uma grande mudança na mentalidade dos consumidores e empresas em relação à sustentabilidade e à busca por alternativas mais limpas e eficientes para a geração de energia elétrica.

Contudo, mesmo com a realização das análises feitas com ferramentas computacionais alinhada com uma boa técnica de data mining, foi identificado

uma necessidade de um aprofundamento maior no assunto, pois apenas com os resultados encontrados, não é possível responder algumas questões, como por exemplo: os fatores que influenciaram para o número crescente de empreendimentos no setor, o que acaba indo além das informações apresentadas nesse trabalho.

Por fim, esse trabalho tem o objetivo de reforçar a importância do uso de ferramentas computacionais, para observar tendências e insights, no setor das microgerações e minigerações de energia elétrica dentro do Brasil. Com o auxílio desse documento é possível ter uma boa base para embasar estratégias de investimentos no setor de energia renovável, contribuindo para uma transição energética na procura de energia limpa e mais sustentável.

## 6 REFERÊNCIAS

AMARAL, F. **Introdução à Ciência de Dados: mineração de dados e big data.** Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang\\_pt&id=hAIVDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=Introdução+ciencia+de+dados:+mineração+de+dados+e+big+data.&ots=hGcj9wbux0&sig=y-U9lhW90hD4afmkuNOKf6neg-A&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=lang_pt&id=hAIVDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=Introdução+ciencia+de+dados:+mineração+de+dados+e+big+data.&ots=hGcj9wbux0&sig=y-U9lhW90hD4afmkuNOKf6neg-A&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 4 jan. 2023.

ANEEL. **Brasil ultrapassa os 185 GW de potência instalada.** Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/brasil-ultrapassa-os-185-gw-de-potencia-instalada>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

AUGUSTO, C. et al. Petróleo: energia do presente, matéria-prima do futuro? **Revista USP**, n. 89, p. p.90-97, 2011.

BORBA, R. F. Carvão mineral. n. 1, p. 1–19, 2001.

BORGES, A. C. P. et al. Energias renováveis: uma contextualização da biomassa como fonte de energia. p. 23–36, 2016.

BRITO, M. C.; SILVA, J. A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. **O Instalador**, v. 25, n. 676, p. 07, 2006.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias Renováveis : buscando por uma matriz energética sustentável Renewable Energies: seeking for a sustainable energy matrix. p. 70–81, 2015.

ENERGÉTICA, E. DE P. Matriz Energética e Elétrica 1. 2018.

ENERGIA, P. DE. **Novo e grande complexo eólico da Iberdrola no Brasil, com investimento total de 480 milhões de euros.** Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/brasil-maior-parque-eolico-neoenergia-148045/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

ENERGIA, P. DE. **Quais os painéis solares fotovoltaicos mais eficientes do mercado?** Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/paineis-solares-mais-eficientes/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

FEITOSA, G. B. **RELAÇÃO ENTRE OS PREÇOS DO PETRÓLEO E DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.** 2021.

GAS, C. P. E. **Disputa por energia de Itaipu trava acordo de R\$ 1 bi assinado com Brasil.** Disponível em: <<https://clickpetroleoegas.com.br/disputa-por-energia-de-itaipu-trava-acordo-de-r-1-bi-assinado-com-brasil/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

GOLDSCHMIDT, R. **Data Mining.** Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156395/>>. Acesso em: 4 jan. 2023.

GOMES, J. J. D. UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA A importância da energia nuclear dentro da matriz energética brasileira. 2017.

GOV.BR. **Maior termoelétrica a gás natural da América Latina é inaugurada em Sergipe.** Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia->

- minerais-e-combustiveis/2020/08/maior-termoeletrica-a-gas-natural-da-america-latina-e-inaugurada-em-sergipe>. Acesso em: 17 fev. 2023.
- HUSSEIN, M. S. Energia Nuclear. **Revista USP**, v. 0, n. 91, p. 56–63, 2011.
- JUNIOR, J. C. G. F.; RODRIGUES, M. G. UM ESTUDO SOBRE A ENERGIA EÓLICA NO BRASIL. **Ciência Atual**, v. 5, n. 1, p. 02–13, 2015.
- MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica : Uma Breve Revisão. v. 7, n. 1, p. 126–143, 2015.
- MARCOS NUNES COSMO, B. et al. Carvão mineral. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 1–10, 2020.
- NAVEGA, S. Princípios Essenciais do Data Mining. **Anais do Infoimagem**, p. 9, 2002.
- ONLINE, C. **Cana-de-açúcar: geração de energia elétrica por biomassa cresce 3% em 2019**. Disponível em: <<http://www.canaonline.com.br/conteudo/cana-de-acucar-geracao-de-energia-eletrica-por-biomassa-cresce-3-em-2019.html>>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- QUEIROZ, R. DE et al. Geração De Energia Elétrica Através Da Energia Hidráulica E Seus Impactos Ambientais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 13, n. 13, p. 2774–2784, 2013.
- RAUTENBERG, S.; CARMO, P. R. V. DO. Big data e ciência de dados. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, v. 13, n. 1, p. 56–67, 2019.
- REIS, H. L. S. Gás natural. 2018.
- RIO, D. DO. **Indústria do Rio continua se recuperando**. Disponível em: <<https://diariodorio.com/industria-do-rio-continua-se-recuperando/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- SANÁBIO, M. F. MODELOS DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO. **Departamento de Economia MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO MODELOS**, 2009.
- SANTOS, G. H. F.; NASCIMENTO, R. S. DO; ALVES, G. M. BIOMASSA COMO ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL. **Revista UNINGÁ**, v. 29, p. 6–13, 2017.
- SFERRA, H. H.; CORRÊA, Â. M. C. J. Conceitos e Aplicações de Data Mining. **Revista de Ciência & Tecnologia**, p. 19–34, 2003.
- SILVA, L. A. et al. **Ciência de Dados Educacionais: definições e convergências entre as áreas de pesquisa**. Anais dos Workshops do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2017). **Anais...** 27 out. 2017. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7462>>
- SOUSA, F. G. DE. Escola de Engenharia A Matriz Elétrica Brasileira e a Transição Energética no Brasil A Matriz Elétrica Brasileira e a Transição Energética no Brasil. 2019.
- TERRA. **Usina nuclear de Angra 1 será desligada por 37 dias para reabastecimento**. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/economia/usina-nuclear-de-angra-1-sera-desligada-por-37-dias-para->

reabastecimento,eb93a84dd35684ca1c2a4a66c5c36d262swt6cis.html>.

Acesso em: 16 fev. 2023.

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