



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CLARISSE KARITJA SALES MEDEIROS

**ANÁLISE DO PERFIL DE CONSUMO E GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA
UFERSA CAMPUS CARAÚBAS**

CARAÚBAS

2025

CLARISSE KARITJA SALES MEDEIROS

**ANÁLISE DO PERFIL DE CONSUMO E GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DA
UFERSA CAMPUS CARAÚBAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Érica Manguiera Lima

CARAÚBAS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488a Medeiros, Clarisse Karitja Sales.

Análise do perfil de consumo e geração de energia elétrica da UFRSA campus Caruabas / Clarisse Karitja Sales Medeiros. - 2025.
53 f. : il.

Orientadora: Érica Manguiera Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2025.

1. energia elétrica. 2. usina fotovoltaica. 3. demanda contratada. 4. geração elétrica. I. Lima, Érica Manguiera, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caruabas
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra
CRB: 15/1052

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISB-UFRSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da Instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Clarisse Karitja Sales Medeiros

**Análise do perfil de consumo e geração de energia elétrica da UFERSA
*campus Caraúbas***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Defendida em: 05/08 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ERICA MANGUEIRA LIMA**
Data: 13/08/2025 16:04:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Érica Mangueira Lima (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **JAMILE PINHEIRO NASCIMENTO AMOAH**
Data: 14/08/2025 16:40:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Jamile Pinheiro Nascimento Amoah (UFAL)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **JEANE SILVA DE SOUZA**
Data: 14/08/2025 20:43:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Jeane Silva de Souza (FASC)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, com todo meu amor e gratidão, a minha avó materna, Maria Isaura (In Memoriam). Embora não esteja mais entre nós, continua sempre presente em cada conquista minha, pois me deixou um legado de valor grandioso.

Dedico este trabalho aos meus pais, por doarem suas vidas em favor da minha, e aos meus irmãos, por estarem sempre presentes em meio as tempestades, como também em dias alegres.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por me proteger todos os dias nessas estradas, pelo Seu grande amor e misericórdia, por fortalecer a minha fé e por não deixar eu cair. Agradeço a Nossa Mãe, Maria Santíssima, pela sua intercessão e por me guiar nos caminhos. Os louvo em verdade.

Agradeço a minha mãe, Ana Lúcia, por sua garra, força, fé e vontade de viver a vida. Cada uma das minhas conquistas, tem o seu amor e sua oração. Obrigada por ser meu maior exemplo de que a educação transforma vidas. Obrigada por sempre respeitar minhas escolhas profissionais e por tudo que fez e faz para que eu chegasse até aqui. Agradeço ao meu pai, José Claudismar, por ser amigo e apoio para todas as horas. Aos meus irmãos, Claudiana, Caio, José, Clara e Clarita, obrigada pelo companheirismo e proteção nessa caminhada. A minha sobrinha, Maria Cecília, obrigada por ter trazido mais alegrias para nossas vidas. Eu os amo e sem vocês nada disso seria realizável.

Aos meus amigos de vida, de estrada, de caronas e colegas universitários que me acompanharam nessa trajetória, agradeço o companheirismo, por me incluir em suas orações, por dividirem os seus conhecimentos comigo e por cada palavra de animo e de fé. Destaco, em especial, agradecimentos a minhas grandes amigas, Lara e Luana, que estiveram comigo em momentos especiais e fortaleceram a minha fé mesmo quando estavam longe.

Expresso gratidão à minha orientadora, Érica Manguiera, pela orientação e compartilhamento de conhecimentos, por toda paciência, humanidade e dedicação. Sua contribuição foi de extrema importância para todos os avanços e conclusão deste trabalho.

Agradeço a banca examinadora, pelas contribuições deste trabalho.

A todos, o meu respeito, admiração e gratidão.

ÉPIGRAFE

Persevera no cumprimento exato das obrigações de agora. – Esse trabalho – humilde, monótono, pequeno – é oração plasmada em obras que te preparam para receber a graça de outro trabalho – grande, vasto e profundo – com que sonhas.

São Josemaría Escrivá

RESUMO

A energia elétrica é um elemento essencial para a sociedade moderna e sua crescente demanda exige soluções sustentáveis e economicamente viáveis. O presente trabalho tem como objetivo analisar o desempenho energético da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, *campus* Caraúbas, por meio da comparação entre os períodos anteriores e posteriores a implantação das usinas solares fotovoltaicas. Para tanto, a pesquisa busca analisar as contas de energia do *campus* e o desempenho das usinas, a fim de avaliar a eficiência do sistema de geração elétrica. Neste sentido, objetivou-se identificar o perfil de consumidor da instituição, além de analisar a demanda contratada e o consumo de reativos excedentes. Como metodologia, foi adotado um estudo de caso com base na análise de dados técnicos e históricos das faturas de energia elétrica, entre o período de janeiro de 2017 e outubro de 2024. Foram utilizados dados complementares de órgãos como COSERN, ANEEL, ABSOLAR e da plataforma de monitoramento *SolarView*. Os dados foram organizados em tabelas e gráficos, permitindo a realização do estudo. Por fim, os resultados demonstram economia proporcionada pela implantação das usinas fotovoltaicas, bem como uma possível readequação da demanda contratada frente ao perfil de uso atual e a importância do monitoramento e análise do desempenho do sistema.

Palavras-chave: energia elétrica; usina fotovoltaica; demanda contratada; geração elétrica.

ABSTRACT

Electrical energy is an essential element for modern society, and its growing demand requires sustainable and economically viable solutions. The present work aims to analyze the energy performance of the Federal University of the Semiarid Region – UFERSA, Caraúbas campus, by comparing the periods before and after the implementation of photovoltaic solar plants. To this end, the research seeks to analyze the campus's energy bills and the performance of the plants, to evaluate the efficiency of the electrical generation system. In this sense, the objective was to identify the institution's consumer profile, in addition to analyzing the contracted demand and the consumption of surplus reagents. As a methodology, a case study was adopted based on the analysis of technical and historical data from electricity bills, between the period of January 2017 and October 2024. Complementary data from bodies such as COSERN, ANEEL, ABSOLAR and the SolarView monitoring platform were used. The data was organized into tables and graphs, allowing the study to be carried out. Finally, the results demonstrate savings provided by the implementation of photovoltaic plants, as well as a possible readjustment of contracted demand considering the current usage profile and the importance of monitoring and analyzing system performance.

Keywords: electrical energy; photovoltaic plant; contracted demand; electrical generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Emissões na produção de energia elétrica	14
Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira	14
Figura 3 – Modelo do Sistema de Geração Distribuída.....	19
Figura 4: Modalidades de Geração e Consumo.....	20
Figura 5 – Elementos da tarifação de energia para concessionária local	22
Figura 6 – Fatura de energia dos clientes do Grupo A	28
Figura 7 – Fatura de energia dos clientes do Grupo A	29
Figura 8 – Fatura de energia dos clientes do Grupo A	30
Figura 9 – Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.....	32
Figura 10 – Local de instalação do sistema.....	34
Figura 11 – Painel de Monitoramento do <i>SolarView</i>	35
Figura 12 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2017	37
Figura 13 – Usina Solo da UFERSA Campus Caraúbas.....	37
Figura 14 – Painel de Monitoramento do <i>SolarView</i>	38
Figura 15 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2022	41
Figura 16 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2023	41
Figura 17 – Consumo de potência ativa na ponta e fora de ponta no ano de 2024	42
Figura 18: Evolução do consumo de energia ativa entre 2022 e 2024.....	43
Figura 19 – Consumo Anual.....	43
Figura 20 – Consumo Geral x Produção Total.....	45
Figura 21 – Reativo Excedente.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detalhamento da distribuição dos módulos da usina 1.....	38
Tabela 2 – Detalhamento da distribuição dos módulos das usinas 2 e 3.....	40
Tabela 3 – Detalhamento da distribuição dos módulos das usinas 4 e 5.....	40
Tabela 4 – Descrição da produção e economia após a instalação da minigeração fotovoltaica	44
Tabela 5 – Produção acumulada x Consumo total	45
Tabela 6 – Demanda média contratada, máxima e mínima medida no período de análise.....	46
Tabela 7 – Valores simulados para redução da demanda média contratada	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos.....	16
1.1.1	Objetivos Específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Energia Solar Fotovoltaica	18
2.2	Geração Distribuída	18
2.2.1	Compensação de Energia.....	19
2.3	Tarifas de Energia	21
2.3.1	Composição das tarifas	22
2.3.2	Grupos Tarifários.....	23
2.4	Demanda Elétrica	24
2.5	Despesas Tarifárias	25
2.5.1	Bandeiras Tarifárias	26
2.5.2	Postos Tarifários.....	26
2.5.3	Modalidade Tarifária.....	27
2.6	Análise da Fatura de Energia Elétrica	27
3	METODOLOGIA	32
3.1	Descrição do Local de Estudo.....	33
3.2	Monitoramento das Usinas	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	Análise do consumo de energia elétrica.....	36
4.1.1	Análise Geração <i>versus</i> Consumo	44
4.2	Análise da Demanda Contratada	45
4.3	Análise do Consumo de Reativos	47
5	CONCLUSÕES	49

1 INTRODUÇÃO

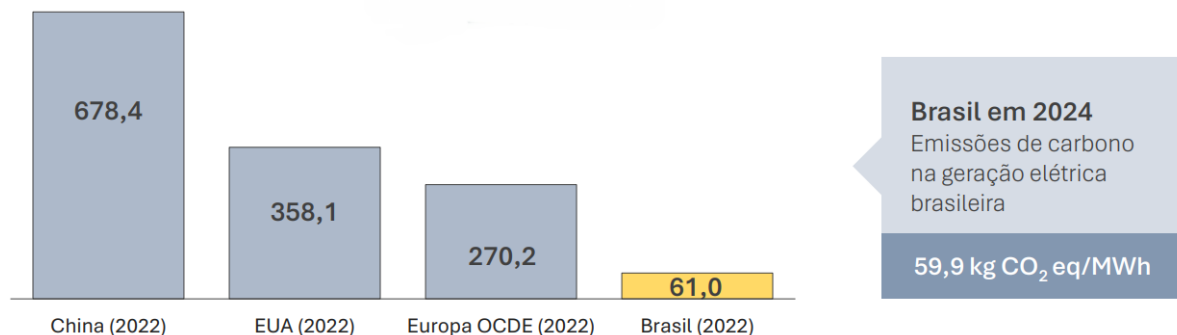
A energia elétrica é um dos pilares fundamentais que sustentam as estruturas sociais e ciclos da natureza no mundo contemporâneo. O crescimento econômico e as dinâmicas políticas e ambientais de um país estão relacionados à oferta de energia. Dessa forma, seu fornecimento condiciona o desenvolvimento das cidades, a modernização das organizações e empresas, o funcionamento das indústrias, dos serviços públicos e a qualidade de vida da população (Arévalo, 2022). Essa energia vem de um conjunto de fontes que compõem a matriz elétrica.

Segundo Tavares (2023), a matriz elétrica refere-se a um conjunto de fontes utilizadas para a produção, consumo e demanda da energia elétrica dentro de um país, região ou do mundo. Atualmente, temos no Brasil uma matriz elétrica privilegiada por possuir uma composição bastante diversificada e sustentada por fontes renováveis, sendo grande parte da energia elétrica gerada por usinas hidrelétricas, o que apresenta vantagens como por exemplo, baixos custos e o aproveitamento da colaboração de diferentes bacias hidrográficas. No entanto, ainda há uma grande demanda de utilização de energia com base em combustíveis fósseis, que agravam as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

O dióxido de carbono (CO_2) é um dos principais gases responsáveis pelo agravamento do efeito estufa, e suas emissões apresentaram um crescimento expressivo ao longo do último século. Esse aumento está relacionado com o uso de combustíveis fósseis – como carvão mineral, petróleo e gás natural – para geração de energia, transporte e processos industriais. Assim, pode-se afirmar que todos os bens e serviços que consumimos requerem energia, resultando nas emissões de GEE (Ceretta *et al.*, 2020).

A intensidade de emissões de CO_2 na geração elétrica varia significativamente entre as principais economias mundiais (Figura 1). Conforme dados do Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BEN) de 2025 (ano base 2024), o Brasil apresenta um dos menores índices globais, com 61 kg CO_2 a cada um megawatt-hora (MWh) em 2022 e projeção de 59,9 kg CO_2 eq/MWh em 2024, refletindo o bom desempenho das fontes renováveis da matriz elétrica brasileira, que chegou a ser registrado em 88,2%.

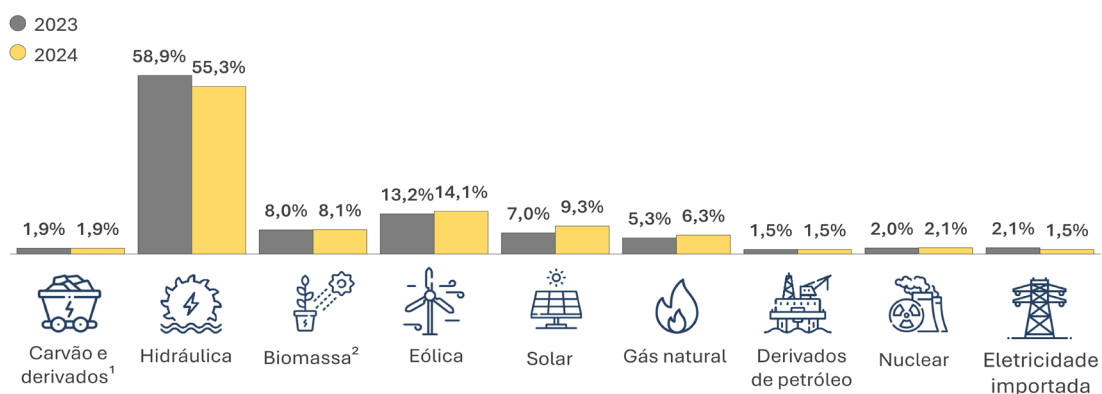
Figura 1: Emissões na produção de energia elétrica



Fonte: EPE (2025)

A baixa intensidade de emissões observadas no setor elétrico nacional decorre principalmente da predominância de fontes renováveis na matriz elétrica brasileira. Em 2024, houve avanços expressivos na participação dessas fontes, destacando um aumento na geração solar fotovoltaica e eólica, e uma leve queda da geração hidráulica (Figura 2).

Figura 2 – Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: EPE (2025)

Diante do contexto da diversificação da matriz elétrica, o consumo de energia chegou a crescer 5,5% no Brasil no ano de 2024, em um mesmo ritmo de expansão da energia elétrica que é disponibilizada à população (EPE, 2025). Para garantir que esses crescimentos ocorram de forma segura e eficiente, o Brasil conta com um modelo regulatório do sistema elétrico, validado a partir das Leis nº 10847 e 10848 e regulamentado pelo Decreto nº 5163 de 2004.

Esse modelo apresenta uma estrutura definindo normas e organização da geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica do país, instituindo a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), responsável pelo planejamento estratégico do setor elétrico, atuando na criação de estudos e pesquisas direcionados a energia elétrica, petróleo e gás natural (Lima, 2022).

Entre os métodos mais relevantes para a modernização do setor elétrico brasileiro, a Lei nº 14300 de 2022 estabelece as condições gerais de acesso a microgeração e minigeração distribuída, e contempla a Resolução Normativa nº 687 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Essa legislação define as condições técnicas, operacionais e comerciais de como o consumidor é autorizado a gerar sua própria energia a partir de fontes renováveis e a fornecer o que excede da produção da usina solar para a rede pública, com direito a recompensa durante o horário que não há produção (ANEEL, 2022).

Como afirma Arévalo (2023), o investimento em energia solar fotovoltaica tem se expandido por todas as regiões do Brasil, principalmente pelo elevado potencial natural de radiação solar que caracteriza principalmente o semi-árido. Os biomas da Caatinga e do Cerrado, destacam-se como áreas mais promissoras para o aproveitamento desse tipo de geração o que favorece a viabilidade técnica e econômica do setor de energia fotovoltaica.

De acordo com dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), em 2024 atingiu uma marca histórica de 53 GW de capacidade instalada, representando um crescimento significativo de mais de 40% em relação ao ano de 2023. Os sistemas de micro e minigeração distribuída somaram 35,5 GW, enquanto as usinas solares atingiram 17,5 GW em capacidade instalada. Além da contribuição para sustentabilidade e diversificação da matriz elétrica, a fonte fotovoltaica já atraiu mais de R\$ 241 bilhões de investimentos e 1,5 milhão de geração de empregos proporcionando uma arrecadação superior a R\$ 74,7 bilhões para o governo. Do ponto de vista ambiental, a energia solar também colaborou com a diminuição de emissão de aproximadamente 64,2 milhões de toneladas de CO₂ (ABSOLAR, 2025).

A usina solar da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), *campus* Caraúbas, iniciou as operações em 8 de outubro de 2018, destacando-se por seu impacto ambiental e econômico positivo. Classificada como minigeração distribuída, conforme Resolução nº 687/2015, possui uma potência total instalada de 531,68 kWp, estando dividida em 05 blocos, com um total de 1354 módulos fotovoltaicos. Essa energia é utilizada para suprir parte do consumo do campus, visando reduzir a dependência da rede elétrica

convencional, promover a sustentabilidade e impulsionar o desenvolvimento de pesquisas e estudos acadêmicos relacionados a energia solar (UFERSA, 2023).

Para propor uma análise das contas de energia da UFERSA desde o ano de 2017 até o ano de 2024, a fim de identificar os fatores positivos e negativos do controle operacional da usina fotovoltaica instalada em 2018, compreende-se a relevância deste estudo. Diante da necessidade de se conhecer o perfil de consumidor da UFERSA e do desempenho da usina, é importante analisar se de fato está havendo eficiência do sistema de geração da usina em relação ao consumo atual, quais os motivos do alto valor nas contas de energia e, por fim, um planejamento de soluções que permitam a otimização do uso da energia caso haja necessidade.

O estudo tem como propósito atender aos objetivos propostos, realizando um comparativo entre os cenários anteriores e posteriores à instalação das usinas solares, verificando se a geração solar atualmente compensa completamente na fatura de energia, se a demanda contratada está adequada ao perfil de consumo atual da instituição e se há consumo de reativos de valor considerável.

1.1 Objetivos

Esse trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral realizar uma análise das contas de energia da UFERSA campus Caraúbas antes e após a instalação das usinas fotovoltaicas presentes atualmente no campus.

1.1.1 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral supracitado, destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar, por meio das contas de energia, as características gerais referentes ao tipo de consumo da UFERSA;
- Estudar os projetos das usinas fotovoltaicas e compreender a característica da geração instalada no campus;
- Catalogar as principais informações presentes nas contas de energia referentes ao período de análise;
- Realizar uma análise comparativa entre a energia gerada e consumida para verificar a eficiência do sistema de geração para amortizar os valores pagos de consumo de energia elétrica;
- Avaliar a demanda contratada de acordo com a necessidade específica do consumidor analisado;

- Realizar uma análise acerca do consumo de energia reativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

A tecnologia fotovoltaica tem se destacado com uma das alternativas mais promissoras para a geração de energia elétrica, por utilizar uma fonte renovável, abundante e livre de emissões diretas de poluentes: a radiação solar. Trata-se de um método sustentável, capaz de oferecer benefícios ambientais e energéticos, contribuindo tanto para a redução da dependência de combustíveis fósseis quanto a mitigação dos impactos ambientais associados à geração convencional de eletricidade (Oliveira, 2022).

Atualmente, existem diferentes tipos de energia solar e dentre elas pode-se destacar a energia solar fotovoltaica, que se baseia em diversos materiais semicondutores e processos de fabricação, cada um com características específicas de eficiência, custo e aplicação. O Brasil apresenta elevados índices de radiação solar ao longo de todo o ano, característica que o posiciona como um dos países com maior potencial para a geração de energia solar no mundo (Guimarães, 2020).

Segundo Ribeiro (2023), a energia solar fotovoltaica é uma forma de gerar energia elétrica se baseando na conversão direta da luz solar em eletricidades por meio de efeito fotovoltaico. Este efeito ocorre quando a luz solar incide sobre células feitas de material semicondutor, geralmente silício, que liberam elétrons gerando corrente elétrica contínua. A produção de energia varia conforme a intensidade da luz, mesmo em dias nublados podem produzir mais eletricidade devido à reflexão da luz do sol.

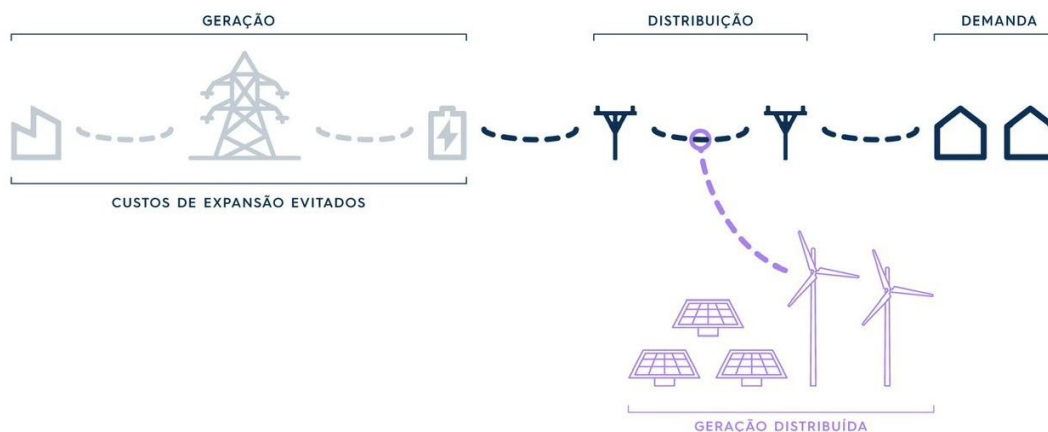
A crescente adoção de energia solar fotovoltaica fortalece o conceito de geração distribuída, que permite ao consumidor não só utilizar a energia que produz, mas também contribuir com o sistema elétrico. A combinação do alto índice de radiação solar e o desenvolvimento de tecnologias fotovoltaicas mais acessíveis tem impulsionado a expansão da geração distribuída, por representar não apenas uma alternativa sustentável, mas também uma estratégia eficiente para descentralizar e modernizar o sistema elétrico brasileiro (Oliveira, 2022).

2.2 Geração Distribuída

A Geração Distribuída (GD), incluída no diagrama da Figura 3, é caracterizada pela produção de energia elétrica de forma descentralizada, em conexões situadas próximas ao consumidor ou diretamente conectada à rede de distribuição. Esse sistema permite que os

consumidores produzam energia própria, com a possibilidade de compensação de energia gerada obtendo créditos, regulamentado pela Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL (ANEEL, 2012).

Figura 3 – Modelo do Sistema de Geração Distribuída



Fonte: LIGY (2023)

Em contraste, o modelo de geração centralizada baseia-se em grandes usinas geradoras, que dependem de extensas linhas de transmissão e distribuição para a energia chegar até os consumidores finais. Esse sistema está integrado ao Sistema Interligado Nacional (SIN), que opera para distribuir energia em larga escala.

Dentro do campo da GD, destacam-se dois sistemas principais que variam de acordo com a potência instalada: a Microgeração e Minigeração Distribuídas de Energia Elétrica - MMGD, ambos integrados ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica - SCEE. Na microgeração distribuída, os consumidores têm a possibilidade de instalar sistemas de geração de energia com uma potência instalada de até 75 quilowatts (kW), adequada para residências, empresas de pequeno porte ou estabelecimentos que consomem baixa energia. Já na minigeração distribuída, o sistema de geração varia com potências de 75 kW a 3 MW, podendo chegar até 5 MW para situações específicas de acordo com a Lei nº 14300/2022 (ANEEL, 2022).

2.2.1 Compensação de Energia

O medidor bidirecional de energia, é um equipamento utilizado em sistemas de geração distribuída, e quando instalado registra tanto a eletricidade consumida quanto a

energia injetada na rede elétrica da distribuidora. Quando a produção de energia é superior ao consumo, o SCEE permite que o excedente de energia gerado por um sistema de MMGD fotovoltaico de dia seja injetado na rede distribuidora, contabilizando como energia injetada. No período da noite, à rede devolve a energia para a unidade consumidora a fim de suprir necessidades adicionais. Porém, quando a produção é menor que o consumo, o consumidor utiliza do fornecimento da energia da distribuidora, que é registrado como energia consumida (ANEEL, 2025).

Com a leitura das faturas de energia, realizada normalmente a cada mês, a distribuidora realiza um cálculo da diferença entre a energia consumida pelo consumidor e a energia injetada na rede. Para o consumidor conseguir acumular os créditos, a energia injetada precisa resultar em um valor maior do que a energia consumida. Além disso, esses créditos podem ser utilizados para reduzir o valor das contas de energia nos meses seguintes dentro de um prazo de validade de até 60 meses (Neoenergia, 2025a).

Dentre as opções de integração ao SCEE, destacam-se as seguintes modalidades ilustradas na Figura 4.

Figura 4: Modalidades de Geração e Consumo



Fonte: NeoElettric (2022)

As condições de adesão a instalação de sistemas de micro ou minigeração distribuída cabe ao consumidor, uma vez que a ANEEL não define os custos dos equipamentos nem as condições de financiamento. Portanto, o consumidor deve avaliar a viabilidade econômica do projeto, considerando as diversas variáveis existentes para tal feito.

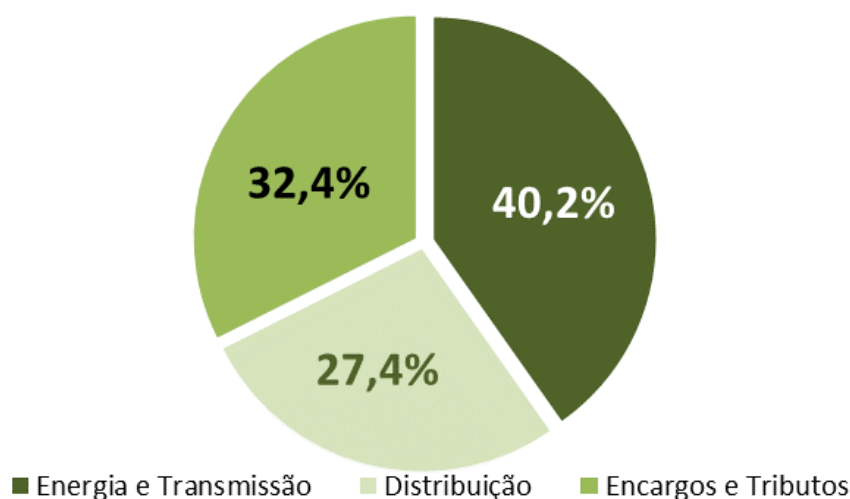
2.3 Tarifas de Energia

O valor da tarifa aplicada pela distribuidora é um fator determinante para avaliar a viabilidade econômica de projetos de GD, como sistemas de energia solar fotovoltaica. A lucratividade desses investimentos está relacionada com a economia obtida ao substituir o consumo de energia advinda da rede elétrica pela energia de geração própria. Portanto, compreender a estrutura tarifária em detalhes é um ponto importante para assegurar que o projeto seja economicamente atrativo a médio e longo prazo. A ANEEL é responsável pela definição das tarifas, agindo conforme as leis e os contratos de concessão estabelecidos pelas empresas distribuidoras das diferentes regiões do país, e para fins do cálculo tarifário há uma composição formada por cinco elementos principais (Neoenergia, 2025b):

1. **Custo de Geração de Energia** – refere-se ao valor total da energia consumida, desde sua produção nas usinas até seu uso final.
2. **Custo de Transmissão** – engloba os gastos relacionados ao transporte da eletricidade, desde sua produção nas usinas, até chegar às distribuidoras. Esses recursos são destinados para cobrir os custos de utilização das infraestruturas de transmissão.
3. **Custo de Encargos Setoriais** – os encargos são criados por leis aprovadas pelo Congresso Nacional para tornar viável a implantação das políticas públicas para o setor elétrico. O custo desses encargos é cobrado em conjunto, e podem ser identificados no campo demonstrativo da fatura.
4. **Custo de Distribuição** – representa o percentual da sua fatura que é destinado a distribuidora. Os recursos arrecadados são usados para cobrir os custos operacionais, manutenção, expansão do sistema e investimentos para melhorar a qualidade do fornecimento de energia.
5. **Tributos** – são valores determinados por lei e destinados ao poder público. Nas faturas de energia, são inclusos tributos federais como o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Além disso, também são considerados tributos estaduais, como o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), e tributos municipais, como a Contribuição para Custeio do Serviço de Iluminação Pública (CIP). É importante ressaltar que os tributos, apesar de ser cobrado na conta, é repassado às autoridades competentes.

Apresenta-se, na Figura 5, a distribuição percentual dos elementos que fazem parte da tarifação de energia.

Figura 5 – Elementos da tarifação de energia para concessionária local



Fonte: Neoenergia (2025)

2.3.1 Composição das tarifas

A estrutura das contas de energia elétrica no Brasil é composta por diversas taxas e encargos, sendo a Tarifa de Energia (TE) e a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) duas das taxas que compõem o valor total das contas de energia. Desde setembro de 2012, a ANEEL determinou que essas tarifas fossem apresentadas em detalhes nas contas de luz para o consumidor com o intuito de dar mais transparência aos valores cobrados (ANEEL, 2021).

A TE corresponde ao valor que é pago pela energia consumida mensalmente, expressa em R\$/MWh, cobrado pela distribuidora de energia. Essa tarifa está associada ao fornecimento da energia ativa consumida, e compõe custos como (SIMPLE, 2024):

- Repasse dos custos associados à contratação da energia;
- Perdas na rede elétrica básica;
- Encargos;
- Transporte.

Já a TUSD representa o valor cobrado, em R\$/MWh ou em R\$/kW, dos consumidores de energia pelo uso da infraestrutura das redes de distribuição, e são cobrados os seguintes itens (SIMPLE, 2024):

- Fio A – custos associados à instalação e manutenção dos postes, cabos, transformadores, linhas de transmissão e outros equipamentos necessários;
- Fio B – custos de consumo, emissão de faturas, atendimento ao cliente e outras atividades administrativas e operacionais;
- Perdas técnicas (em função do efeito Joule) e perdas não técnicas (furtos de energia);
- Encargos.

2.3.2 Grupos Tarifários

Os grupos tarifários são o meio de classificação das unidades consumidoras de acordo com o tipo de fornecimento e perfil de consumo. Em 7 de fevereiro de 2023, foi estabelecida pela Resolução Normativa ANEEL N° 1059, as principais diretrizes da agência para a prestação dos serviços de distribuição. No Brasil, a diferenciação das tarifas de energia elétrica está estruturada em dois grandes grupos de consumidores: Grupo A e Grupo B.

O grupo A é composto por unidades consumidoras que estão conectadas a sistemas de distribuição com uma tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou consumidores que são atendidos por sistemas de distribuição subterrâneos em tensão menor que 2,3kV, e subdividido da seguinte forma:

- a) subgrupo A – tensão de conexão maior ou igual a 230 kV;
- b) subgrupo A2 – tensão de conexão maior ou igual a 88 kV e menor ou igual a 138 kV;
- c) subgrupo A3 – tensão de conexão igual a 69 kV;
- d) subgrupo A3a – tensão de conexão maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV;
- e) subgrupo A4 – tensão de conexão maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV; e
- f) subgrupo AS – tensão de conexão menor que 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

O perfil do consumidor enquadrado no Grupo B é caracterizado por uma demanda menor de energia elétrica, sendo compostos por unidades conectadas à rede elétrica com

tensões inferiores a 2,3 kV. Em contraste com o Grupo A, que exige uma contratação de uma demanda fixa, os consumidores do Grupo B informam a carga instalada ou a demanda máxima estimada para contratar o serviço de distribuição de energia.

Essa categoria é ainda segmentada em subgrupos, que são eles:

- a) subgrupo B1 – residencial;
- b) subgrupo B2 – rural;
- c) subgrupo B3 – demais classes; e
- d) subgrupo B4 – Iluminação Pública.

A Lei nº 14.300, de 2022, que estabelece o marco legal para microgeração e minigeração distribuída, oferece a possibilidade de consumidores que produzem energia em média tensão optarem pelo enquadramento no Grupo B. Essa opção é válida desde que a geração seja realizada no mesmo local de consumo e a capacidade total dos transformadores da unidade consumidora não ultrapasse 112,5 kVA. Essa flexibilidade visa facilitar a adoção de sistemas de geração distribuída, incentivando a autoprodução de energia (ANEEL, 2022).

2.4 Demanda Elétrica

Oliveira (2023b) define demanda é correspondente a média das potências elétricas ativas e reativas solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, sendo expressa em quilowatts (kW) para potência ativa e quilovolt-ampères reativos (kVAr) para potência reativa.

O contrato de fornecimento de energia deve possuir a demanda contratada, que se refere ao valor de potência ativa que a distribuidora de energia se compromete a fornecer, de forma contínua e obrigatória, ao consumidor. Esse valor deve ser definido o mais próximo possível da necessidade real de consumo do cliente, mensurado em quilowatts (kW). Já a demanda faturável é o valor considerado para fins de faturamento, sendo definida pelo valor excedente entre a demanda contratada e a medida, expressa em quilowatts (kW). Por fim, a demanda medida, que corresponde ao pico de potência ativa registrada em intervalo de 15 minutos durante o ciclo de faturamento (Oliveira, 2023b).

De acordo com a Resolução Normativa nº 1.059/2023 da ANEEL, a demanda máxima de potência que pode ser injetada no sistema deve ser igual ou superior à diferença entre a capacidade instalada de geração e o consumo próprio da unidade. Isso significa que, para garantir a conformidade regulatória, a potência máxima que o sistema de geração distribuída pode fornecer à rede elétrica precisa ser calculada subtraindo-se a carga consumida

internamente da potência total instalada. Essa abordagem assegura que a energia excedente gerada seja adequadamente direcionada ao sistema de distribuição, promovendo eficiência e equilíbrio na rede elétrica (ANEEL, 2023).

A Equação 1 demonstra como é calculado esse valor de energia excedente (Oliveira, 2023a).

$$C_{ultrapassagem}(p) = [DAM(p) - DAC(p)] \times 2 \times VR_{DULT}(p) \quad (1)$$

Sendo (p) = posto tarifário (na ponta ou fora de ponta); $C_{ultrapassagem}(p)$ = valor cobrado pela energia excedente, no posto (p) , em R\$; $DAM(p)$ = demanda máxima medida em intervalor de 15 minutos, no posto (p) , em kW; $DAC(p)$ = demanda contratada, no posto (p) , em kW; e $VR_{DULT}(p)$ = valor de referência para cobrança por ultrapassagem de demanda ativa, expresso em R\$/kW, definido com base nas tarifas de demanda aplicáveis aos subgrupos do Grupo A.

O faturamento referente à ultrapassagem de demanda de geração é exclusivo para os consumidores enquadrados no Grupo A, uma vez que a contratação de demanda de geração é uma obrigatoriedade apenas para esse grupo. Quando a demanda medida excede em 5% o valor da demanda contratada, ocorre a cobrança da ultrapassagem, segundo as disposições do Art. 301 da Resolução Normativa nº 1000/2021 (ANEEL, 2021).

Para o Grupo B, o faturamento é realizado com base na demanda medida, desde que as unidades consumidoras possuam sistemas de medição capazes de registrar tanto as demandas necessárias quanto as de injeção.

2.5 Despesas Tarifárias

A análise do acompanhamento do ciclo de medição de uma unidade consumidora consiste no monitoramento contínuo das atividades de consumo de energia ao longo de um período típico de 30 dias. Durante esse período, os dados referentes ao consumo são registrados e consolidados na fatura mensal. A avaliação minuciosa dessa fatura apresenta os custos relacionados ao consumo energético e os acréscimos tarifários aplicados, que podem variar de acordo com as condições operacionais do Sistema Interligado Nacional (SIN) (Lima, 2022).

A ANEEL é o órgão responsável por definir e estruturar os valores das tarifas de energia, que variam de acordo com a distribuidora responsável pelo fornecimento de cada

região. Para estabelecer esses valores, a agência realiza cálculos que assegurem a cobertura dos custos operacionais dos prestadores de serviço, o fornecimento de energia, a qualidade de atendimento, e a remuneração dos investimentos feitos para melhorias do sistema elétrico brasileiro (Souza, 2023).

2.5.1 Bandeiras Tarifárias

O sistema de bandeiras tarifárias foi implantado em 2015 pela ANEEL para representar a condição operacional do SIN e os possíveis acréscimos nos custos da tarifa de energia. A ANEEL estabelece mensalmente os valores das bandeiras, que são categorizadas em três cores: verde, amarela e vermelha. Essa classificação indicará se haverá acréscimos no valor da energia, dando oportunidade ao consumidor de adaptar seu consumo, caso haja necessidade (ANEEL, 2024).

Define-se:

- Bandeira verde – condições favoráveis de geração de energia, sem acréscimo tarifário;
- Bandeira amarela – condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01885 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha / Patamar 1 – condições de energia mais caras. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,04463 para cada quilowatt-hora kWh consumido;
- Bandeira vermelha / Patamar 2 – condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,07877 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

2.5.2 Postos Tarifários

Além da bandeira tarifária em vigor, o ciclo de medição registra os níveis de demanda e o consumo de energia elétrica durante os horários de ponta, intermediário e fora ponta (ANEEL, 2021):

- Horário de ponta – corresponde a um intervalo de três horas consecutivas, geralmente entre 18h e 21h, de segunda a sexta-feira, excluindo sábados, domingos e feriados. Durante esse período, o SIN registra um aumento significativo no consumo de energia elétrica, resultando em uma maior demanda sobre o sistema e elevando as tarifas de energia que são aplicadas nesse intervalo;
- Horário intermediário – ocorre antes e depois do horário de ponta, podendo variar entre 1h e 1h30;
- Horário fora de ponta – corresponde ao período diário composto pelas horas consecutivas e complementares aos horários de ponta e intermediário. A demanda de

energia é mais baixa, excluindo os horários de ponta e, quando aplicável, o horário intermediário.

2.5.3 Modalidade Tarifária

A modalidade Horo-Sazonal é uma modalidade tarifária que estabelece valores diferenciados, considerando consumo de energia elétrica e demanda de potência, levando em consideração tanto o horário de utilização e quanto as variações dos períodos do ano (ANEEL, 2021).

- Horária Azul: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A; e
- Horária Verde: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários), e de uma única tarifa de demanda de potência. Disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS.
- Convencional Monômnia: tarifa única de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia. Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo B; e
- Horária Branca: tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia. Não está disponível para o subgrupo B4 e para a subclasse Baixa Renda do Subgrupo B1.

2.6 Análise da Fatura de Energia Elétrica

A fatura de energia elétrica é um instrumento que detalha o valor a ser pago pelo serviço de fornecimento de energia, fornecendo informações gerenciais extremamente úteis na administração dos custos deste insumo no processo produtivo de sua empresa (Neoenergia, 2025c).

Para os consumidores classificados no Grupo A, apresentam características tarifárias específicas, destacando o modelo de tarifação horo-sazonal, no qual a cobrança possui duas grandezas distintas: a demanda ativa (kW) e o consumo ativo (kW), e os valores cobrados variam conforme o horário em que a energia é consumida. A demanda corresponde a maior potência solicitada ao sistema em um intervalo de tempo, e o consumo à energia utilizada ao longo do período de faturamento (Neoenergia, 2025c).

Para uma melhor compreensão da leitura de uma fatura de energia elétrica, as principais informações serão apresentadas em três figuras que ilustram a três partes de uma fatura emitida pela COSERN.

Figura 6 – Fatura de energia dos clientes do Grupo A

[illegible]

Figura 7 – Fatura de energia dos clientes do Grupo A



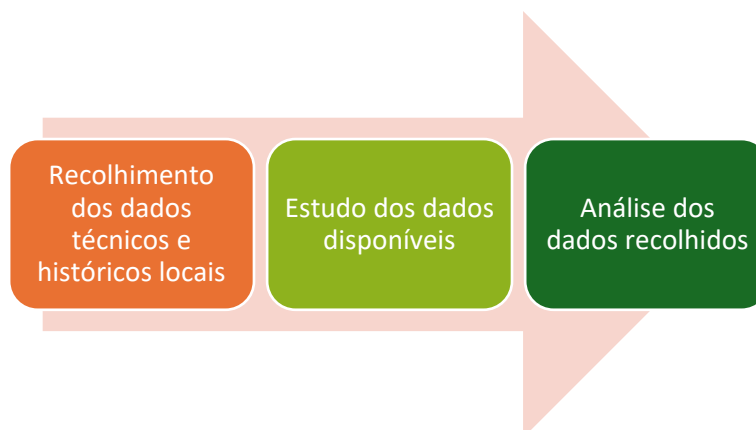
Fonte: Neoenergia (2025c)

5. Código de Instalação
6. Código do Cliente
7. QR Code da Nota Fiscal Eletrônica
8. Mês de Referência | Total a pagar | Data do vencimento da conta
9. Classificação e Tipo de fornecimento
10. Mensagem ao Cliente | Declaração anual de quitação de débitos
11. Informações das Leituras
12. Demonstração dos itens faturados
13. Informações dos Tributos
14. Informações das grandezas contratadas
15. Informações sobre o medidor instalado
16. Espaço reservado ao Fisco
17. Aviso e Reaviso de débitos
18. Informações sobre Micro e Minigeração
19. Informações Regulatórias
20. Referência do mês e ano da conta
21. Dados para pagamento, boleto bancário | Código de Barras
22. Demonstrativos do Consumo
23. Gráficos do Consumo
24. Dados Complementares
25. Nossos canais de atendimento
26. Canais de atendimento das Agências Reguladoras
27. Nossos canais de relacionamento e atendimento
28. Informações importantes sobre a duração e frequência das interrupções
29. Informações importantes sobre o Consumo, Nota Fiscal, Juro, Multa e Iluminação Pública
30. Informações sobre as condições gerais de fornecimento
31. Dica de segurança
32. Informação sobre o aviso de privacidade
33. Logomarca
34. Informações ao cliente
35. Anúncios publicitários sobre nossos Produtos e Serviços
36. Para uso dos Correios

3 METODOLOGIA

Este trabalho é classificado como um estudo de caso de acordo com a sua forma de abordagem e os procedimentos utilizados. A metodologia utilizada pode ser observada no fluxograma da Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho



Fonte: Autoria Própria

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados dados técnicos e históricos do consumo de energia elétrica por meio das contas de energia, disponibilizadas pelo setor de infraestrutura da universidade, correspondentes ao período de janeiro de 2017 até outubro de 2024. Utilizou-se também dados históricos coletados em pesquisas de órgãos como a Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN), a ANEEL e a ABSOLAR. Além disso, foram obtidas informações sobre o histórico de geração desde a instalação das usinas fotovoltaicas.

A segunda etapa diz respeito as pesquisas de consumo e de geração, que foram catalogadas em tabelas e organizadas por períodos específicos.

Foram analisados os valores de consumo ativo na ponta e fora de ponta, a demanda contratada e o consumo de energia reativa excedente. Todos esses dados foram colhidos mês a mês de cada ano do período de estudo.

Através da plataforma *SolarView*, foram obtidos os valores de geração das usinas e a de economia em R\$ gerada. Com esses valores, analisou o desempenho e economia do sistema e o monitoramento.

Após as pesquisas, foi feita uma avaliação geral dos dados recolhidos, destacando os benefícios obtidos após instalação das usinas, possíveis impactos e a proposição de melhorias

necessárias em termos de demanda contratada, economia de energia ou possíveis mudanças no perfil de consumo.

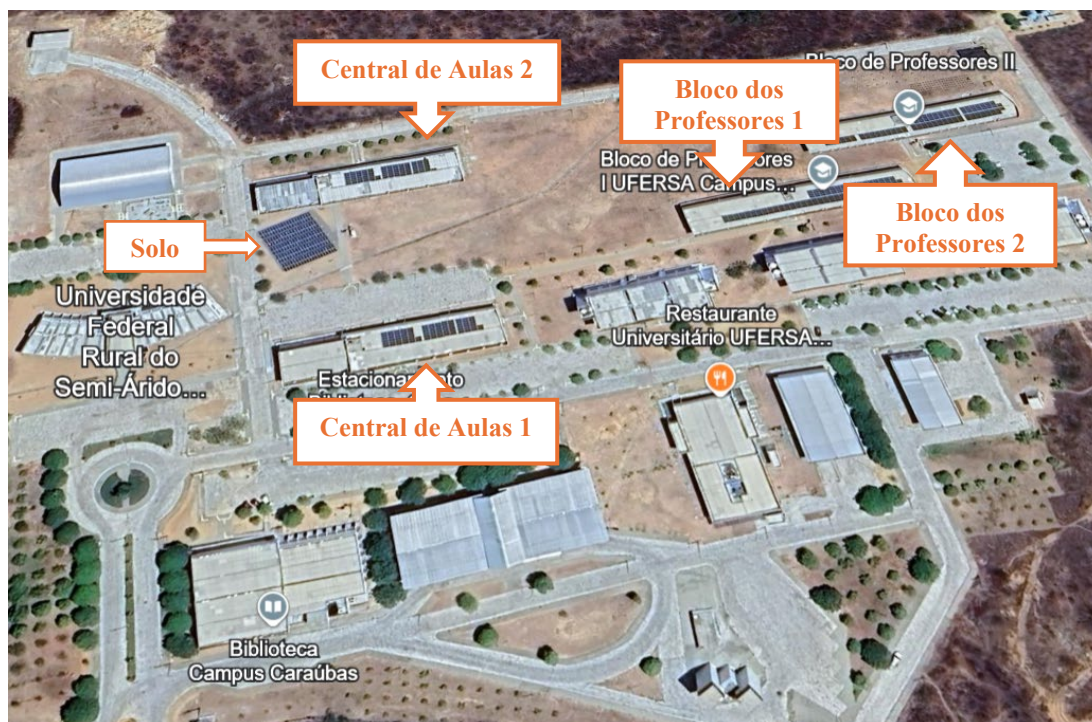
3.1 Descrição do Local de Estudo

O estudo foi realizado na Universidade Federal do Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Caraúbas/RN, instituição que vem se expandindo no quesito de infraestrutura e em atividades acadêmicas. O campus possui uma infraestrutura que abriga salas de aula, salas dos professores, laboratórios, blocos administrativos, biblioteca, centro de convivência, ginásio, garagem e restaurante universitário. Em termos de fornecimento de energia, o *campus* de Caraúbas está conectado à rede de distribuição Neoenergia COSERN, com tensão de alimentação de 13,8 kV. A unidade consumidora é classificada no Grupo A, dentro do subgrupo A4, e se enquadra na modalidade tarifária Horo-Sazonal Verde.

A UFERSA tem implantado usinas solares fotovoltaicas em todos os seus *campis*, com o objetivo de tentar reduzir parte do consumo energético adotando medidas com alternativas sustentáveis e limpas, tanto ambiental como economicamente. Além da economia gerada, as usinas também visam proporcionar suporte para a realização de pesquisas científicas sobre o uso da energia solar como solução energética para o semiárido (UFERSA, 2023).

A unidade geradora analisada entrou em operação em 8 de outubro de 2018, possui um sistema fotovoltaico com potência instalada de 531,68 kWp, classificada, portanto, como minigeração distribuída, conforme Resolução ANEEL nº 687/2015. O sistema é composto por 1354 módulos fotovoltaicos e 11 inversores, distribuídos em 05 blocos, instalados respectivamente no solo, nas centrais de aulas 1 e 2, nos blocos de professores 1 e 2 (UFERSA, 2023). Todas as usinas estão destacadas na Figura 10, na qual apresenta-se uma visão geral do *campus*.

Figura 10 – Local de instalação do sistema



Fonte: Google Earth (2025)

3.2 Monitoramento das Usinas

Para o acompanhamento do desempenho e o levantamento de dados da usina solar, foi utilizado o sistema de monitoramento *online SolarView*.

A *SolarView* é uma plataforma de monitoramento inteligente e integrada, projetada para uso de empresas do setor solar. Este *software* se destaca por reunir recursos avançados de análise, controle e visualização do desempenho energético de usinas solares, consolidando-se como uma solução eficaz para profissionais e empresas do setor. Um dos diferenciais da plataforma é sua capacidade de integração de diversos inversores, permitindo o monitoramento centralizado de diferentes fabricantes em um único portal, viabilizando a padronização dos dados de geração e controle do monitoramento (SolarView, 2023).

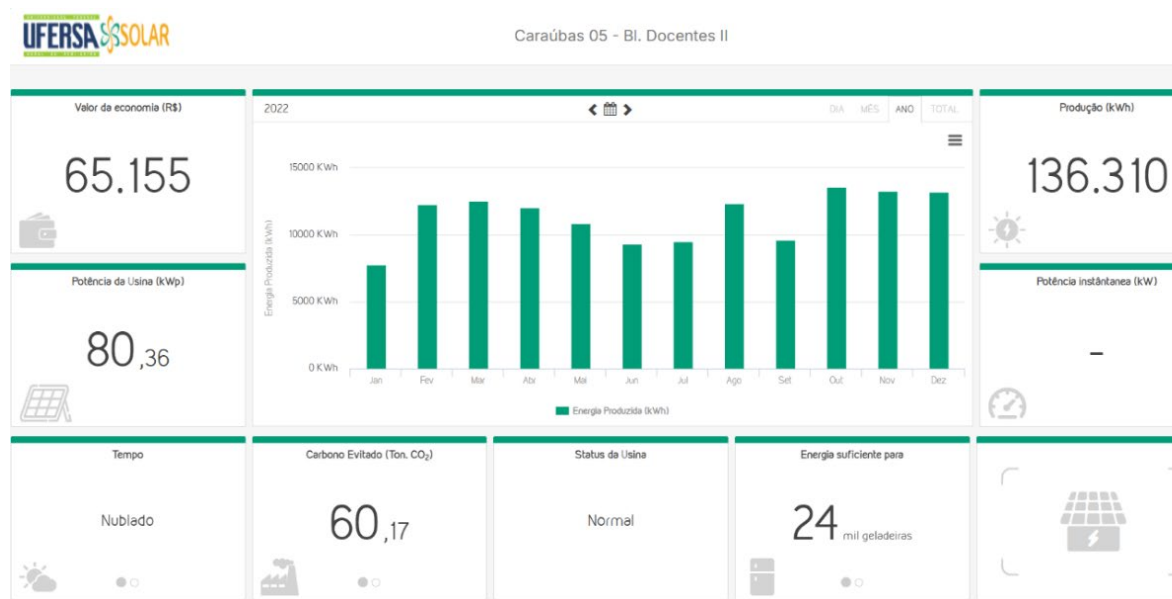
A plataforma também realiza a integração automática com a concessionária de energia elétrica para disponibilização das faturas, incorpora um sistema completo de gestão de créditos energéticos possibilitando a simulação de transferência de créditos para usinas

beneficiárias, e realiza análise financeira para calcular o valor de retorno sobre o investimento do projeto (SolarView, 2023).

A interface do *software*, apresentada na Figura 11, contém um painel de controle fornecendo informações em tempo real do funcionamento da usina, também como dados semanais, mensais e anuais. Na lateral direita, encontram-se os principais dados operacionais: produção de energia em kWh, a potência instantânea em kW, uma imagem ilustrativa da unidade, dados de sustentabilidade (árvores cultivadas, carbono evitado, energia suficiente para uma quantidade específica de banhos ou diferentes usos da energia).

No centro da tela, apresenta-se o *status* da unidade, informando se o sistema está *online*, *offline* ou apresentando erros. Já na lateral esquerda, são apresentados os dados de economia financeira gerada em kWh*R\$, a potência da usina em kWp e as condições climáticas atuais.

Figura 11 – Painel de Monitoramento do *SolarView*



Fonte: SolarView (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos procedimentos metodológicos apresentados no tópico anterior, foi possível analisar o consumo e avaliar o desempenho da minigeração fotovoltaica da UFERSA, *campus* Caraúbas. Esses dados fornecem percepções sobre a eficiência do sistema de geração de energia fotovoltaica e o seu impacto no consumo energético do *campus*.

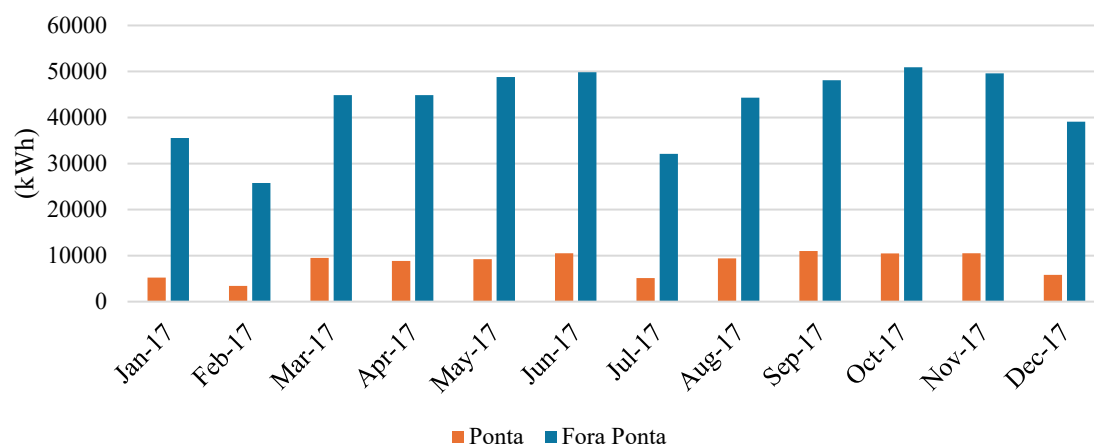
4.1 Análise do consumo de energia elétrica

A análise do consumo de energia elétrica do *campus* foi realizada considerando dois períodos, antes e após a inclusão da minigeração fotovoltaica, que ocorreu a partir do ano de 2018.

Com base nas faturas de energia do *campus* Caraúbas referentes ao ano de 2017, foi possível realizar um levantamento detalhado do consumo de potência ativa, organizando os dados em tabelas. A partir desses dados tabulados, apresentados no Apêndice A, foi possível plotar o gráfico da Figura 12, no qual apresenta os valores de consumo tanto no horário de ponta como fora de ponta. No horário de ponta, foi registrada uma média de aproximadamente 9.310,91 kWh, enquanto o consumo fora de ponta contabilizou uma média de 44.856 kWh.

O horário de ponta é definido entre as 18h e 21h, período que, na universidade, há uma grande demanda de cargas como o sistema iluminação. No entanto, a universidade tem aulas ao longo de todo o dia e, no período diurno, há um uso considerável de cargas como ar-condicionado, que aumentam significativamente o consumo. Sendo assim, analisando as médias de consumo de energia, nota-se um desenvolvimento esperado, levando em conta tanto o perfil de consumo diário da universidade, quanto a duração do horário de ponta, que abrange apenas três horas do dia.

Figura 12 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2017



Fonte: Autoria Própria

A primeira usina solar do *campus* foi instalada sobre o solo, ilustrada na Figura 13. O sistema possui uma potência instalada de 62,7 kWp sendo composto por 190 módulos fotovoltaicos, organizados em 6 arranjos e conectados a 3 inversores descritos na Tabela 1.

Figura 13 – Usina Solo da UFERSA Campus Caraúbas



Fonte: Ufersa (2023)

Tabela 1 – Detalhamento da distribuição dos módulos da usina 1

Inversor	MPPT	String	Total de Módulos
01	1	1	19
		2	19
		3	19
	2	4	19
		5	19
02	1	6	19
		7	19
		8	19
	2	9	19
		10	19
03	1	9	19
	2	10	19

A geração de energia desse sistema teve início no dia 08 de outubro de 2018, alcançando um rendimento total de produção de 26.641,70 kWh, o que resultou em uma economia de aproximadamente R\$ 2.832,00 apenas no primeiro mês de operação da usina. Esse valor de economia é disponibilizado pela plataforma de monitoramento (Figura 14).

Figura 14 – Painel de Monitoramento do *SolarView*

Fonte: SolarView (2018)

Quanto ao consumo ativo no ano de 2018, a média registrada no horário de ponta foi de 9.362,50 kWh, enquanto no horário fora de ponta a média foi de 47.481 kWh. Os dados já indicam um consumo significativamente maior no período fora de ponta, apesar de a contribuição do sistema fotovoltaico ter sido somente nos três últimos meses do ano, e esses

valores médios de consumo refletirem predominantemente o perfil de demanda da unidade antes da operação efetiva da usina.

Em 2019, com a usina operando totalmente, o consumo de potência ativa apresentou uma média de 10.089,87 kWh na ponta e de 43.113,84 kWh fora de ponta. Embora a média de consumo no horário de ponta tenha apresentado um valor maior em relação ao ano anterior, um fator importante a ser considerado foi a inauguração do Restaurante Universitário (RU) em agosto de 2018. Como esperado, esse bloco elevou a demanda de uso de energia do campus, especialmente pelo uso de equipamentos industriais, refrigeração e maior uso de iluminação no horário de ponta.

Por outro lado, houve uma redução expressiva no consumo médio fora de ponta, o que apresenta um impacto positivo da usina, demonstrando eficiência no desempenho do sistema em suprir a demanda energética do horário fora de ponta.

No ano de 2020, a Organização Mundial de Saúde (OMS) decretou oficialmente a pandemia de COVID-19 e a partir de março deste mesmo ano o Brasil começou a registrar casos confirmados da doença. Em seguida, a UFERSA suspendeu todas as atividades presenciais como medida protetiva, conforma as orientações da Organização Mundial de Saúde (OMS). Dentro desse contexto, foi observada uma considerável redução nas despesas elétricas da instituição, com cerca de 51% entre os anos de 2019 e 2020 (Reis *et al.*, 2022).

De acordo com os dados obtidos, o consumo médio de potência ativa no horário de ponta caiu para 4.572,54 kWh, e no horário fora de ponta apresentou um valor de 30.279,69 kWh. Isso representa uma redução geral nas atividades e nas despesas elétricas em concordância com os dados apresentados por Reis *et al.* (2022). Portanto, a presença da usina fotovoltaica nesse período também contribuiu para diminuir ainda mais os custos em combinação com o cenário de baixa utilização da infraestrutura do campus.

O método de ensino totalmente remoto se estendeu até o fim do ano de 2021, com a retomada das atividades em formato híbrido no início de 2022 e totalmente presencial em 2023. Em 2021, foram implantadas mais quatro usinas no campus Caraúbas, dando continuidade aos investimentos de produção de energia elétrica por meio de usinas fotovoltaicas.

As usinas 2 e 3, instaladas nas Centrais de Aula 1 e 2, respectivamente, começaram a operar em novembro de 2021 e possuem potência instalada de 33 kWp cada uma. As informações na Tabela 2 descrevem a organização das duas usinas que possuem 82 módulos cada, e estão distribuídos da mesma maneira.

Tabela 2 – Detalhamento da distribuição dos módulos das usinas 2 e 3

Inversor	MPPT	String	Total de Módulos
01	1	1	16
		2	16
		3	15
	2	4	15
		5	20

Já as usinas 4 e 5, localizadas nos Blocos de Professores 1 e 2, têm capacidade de 80,36 kWp cada uma, com a usina 4 iniciando sua operação em setembro de 2021 e a usina 5 em novembro de 2021. Em cada usina estão instalados 196 módulos fotovoltaicos, agrupados em 14 *strings* e os módulos são conectados em série em cada *string*.

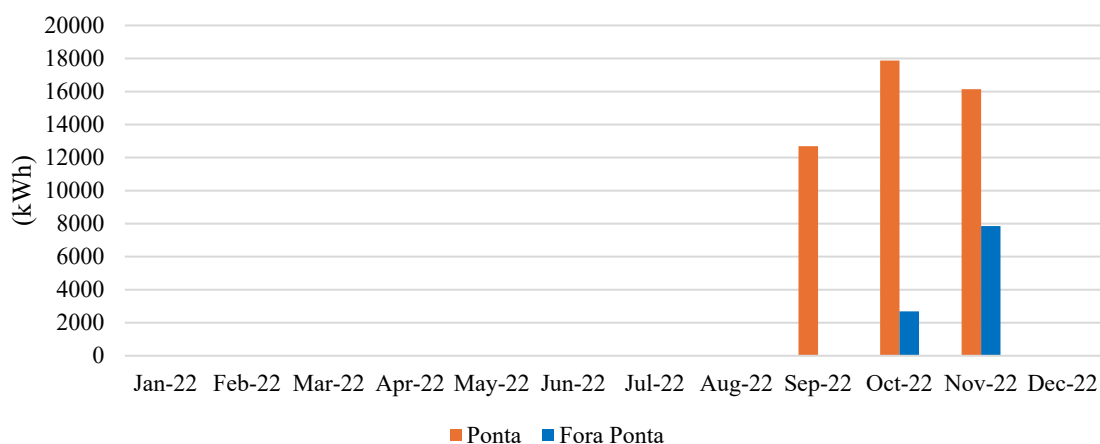
As informações estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Detalhamento da distribuição dos módulos das usinas 4 e 5

Inversor	MPPT	String	Total de Módulos
01	1	1	15
		2	15
		3	18
	2	4	18
		5	13
		6	13
02	1	7	13
		8	13
		9	13
	2	10	13
		11	13
		12	13
03	2	13	13
		14	13

Em 2022, ano em que todas as usinas operaram plenamente, observou-se uma média de consumo no horário de ponta de 16.141,02 kWh e fora de ponta de 52.271,63 kWh, como ilustrado na Figura 15, indicando um impacto positivo do sistema fotovoltaico chegando a zerar em alguns meses por conta das faturas com baixos valores.

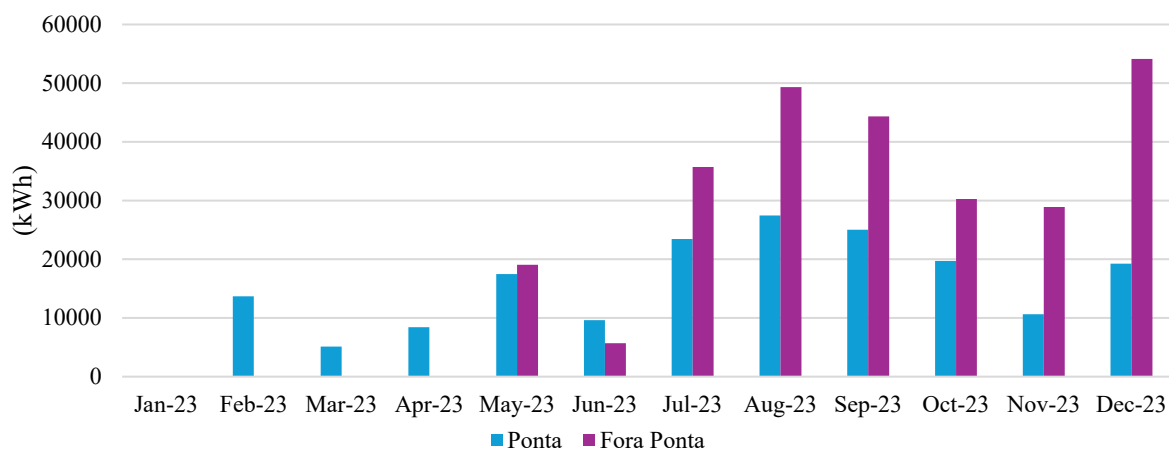
Figura 15 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2022



Fonte: Autoria Própria

Já em 2023, ocorreram falhas operacionais em algumas unidades, que deixaram de fornecer dados e ficaram inoperantes. Neste ano, os dados de consumo indicaram potência ativa de 17.464,86 kWh na ponta e de 32.986,59 kWh fora de ponta. A Figura 16, apresenta o consumo ativo no ano de 2023.

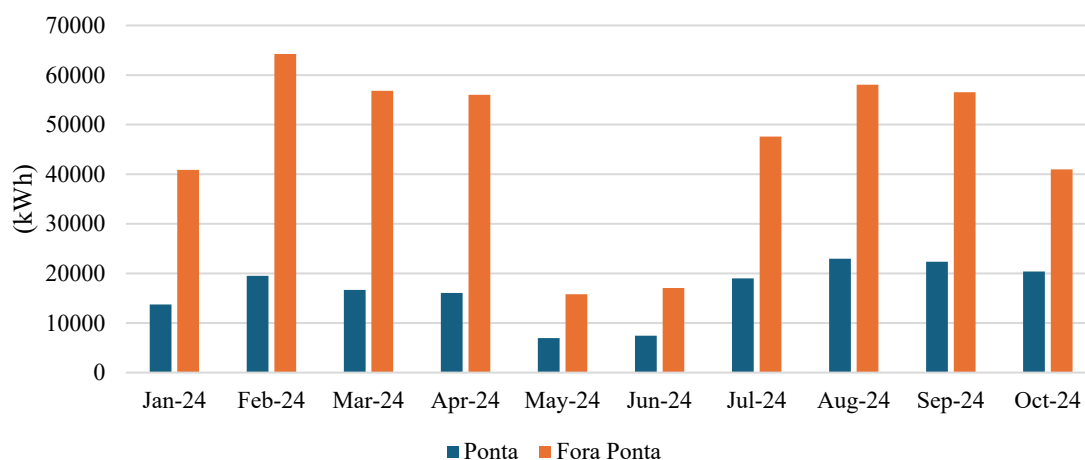
Figura 16 – Consumo de potência ativa na ponta e fora da ponta no ano de 2023



Fonte: Autoria Própria

No ano de 2024, a usina 1 voltou a operar a partir de setembro, e as usinas 2 e 3 continuaram inoperantes. Com isso, o consumo médio na ponta apresentou um valor de 17.841,18 kWh, e o fora de ponta alcançou 51.816,03 kWh, evidenciando a falta da compensação durante o período diurno, como mostra a Figura 17.

Figura 17 – Consumo de potência ativa na ponta e fora de ponta no ano de 2024



Fonte: Autoria Própria

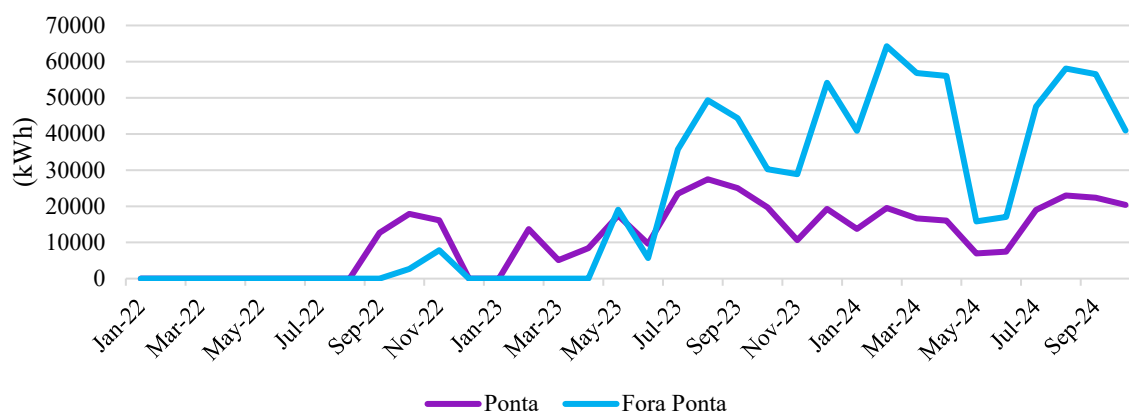
Como esperado, a principal contribuição da implantação das usinas fotovoltaicas foi a compensação de energia ativa, redução de tarifas convencionais e diminuição do consumo registrado nas faturas, comprovados pela redução da dependência da concessionária durante o horário de maior produção solar. A continuidade da geração, mesmo em períodos atípicos em que o consumo foi reduzido, foi um outro ponto importante que manteve os custos controlados.

Porém, quando parte do sistema ficou inoperante, houve um aumento do consumo registrado, especialmente durante o dia, o que comprometeu a economia que foi gerada anteriormente.

A Figura 18 demonstra a evolução do consumo de energia ativa nos horários de ponta e fora de ponta durante os três últimos anos do estudo, permitindo observar as variações mensais. Considerando uma comparação mês a mês, o consumo fora de ponta nos primeiros meses de cada ano apresentou crescimento, passando de valores nulos em 2022 para valores mais elevados em 2024. Nos horários de consumo na ponta, o aumento foi mais moderado com uma elevação gradual a partir de janeiro de 2023.

De uma forma mais geral, a análise dos três últimos anos revela que o consumo fora de ponta teve um crescimento notável e desalinhado, enquanto consumo na ponta evoluiu de forma mais estável, porém constante.

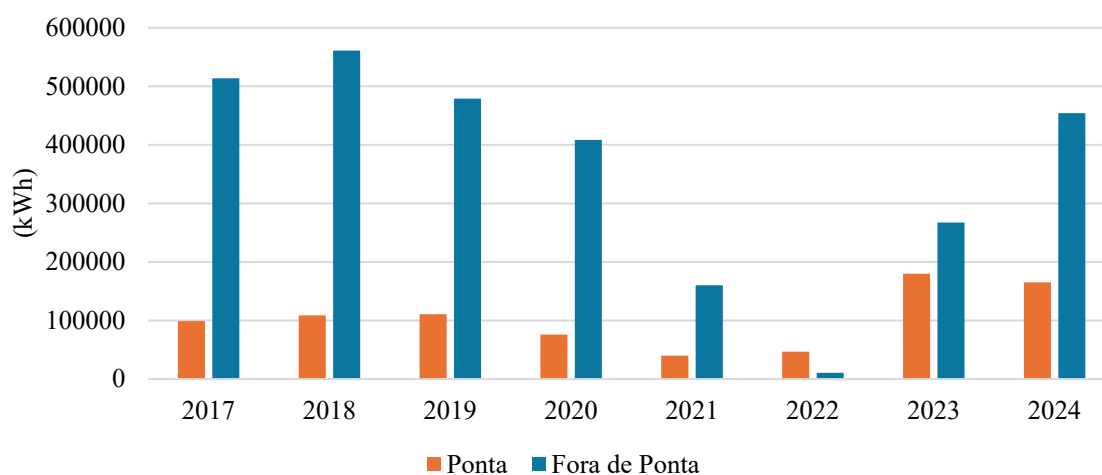
Figura 18: Evolução do consumo de energia ativa entre 2022 e 2024



O consumo anual de potência ativa na ponta e fora de ponta, entre os anos de 2017 e 2024, está ilustrado na Figura 19. De forma geral, podemos observar uma queda no consumo fora de ponta a partir de 2019, entre 2020 e 2022, reflexo direto do período da pandemia somado a operação de todas as usinas do *campus*. Já os valores de consumo na ponta, embora mais estáveis nos primeiros anos, apresentaram redução entre 2020 e 2022.

No entanto, nos anos de 2023 e 2024, é perceptível um aumento do consumo nos dois horários, o que pode estar relacionado com as falhas do sistema.

Figura 19 – Consumo Anual



Fonte: Autoria Própria

4.1.1 Análise Geração *versus* Consumo

Na Tabela 4 são detalhados os dados fornecidos de produção e de economia desde o ano de instalação até o ano de 2024. Durante a pesquisa, pode-se observar a ausência dos valores de economia no *SolarView* desde o mês de dezembro de 2023 até outubro de 2024. Na tentativa de obter alguma explicação sobre esse fato, entrou-se em contato com o setor responsável pelo monitoramento das usinas da UFERSA Caraúbas, mas não foi possível obter respostas. Diante disso, duas hipóteses podem ser consideradas, algumas usinas foram desligadas para algum tipo de manutenção ou ocorreu alguma falha do sistema de monitoramento como a desconexão do *Wi-Fi* com o modem do inversor.

Tabela 4 – Descrição da produção e economia após a instalação da minigeração fotovoltaica

Ano	Produção (kwh)	Economia (r\$)
2018	26.641,5	9.537,65
2019	108.400,27	39.028,76
2020	5.985,94	21.440,83
2021	165.042,96	84.854,17
2022	513.196,54	246.018,89
2023	445.583,4	76.740,29
2024	-	-
TOTAL	1.264.850,61	447.620,59

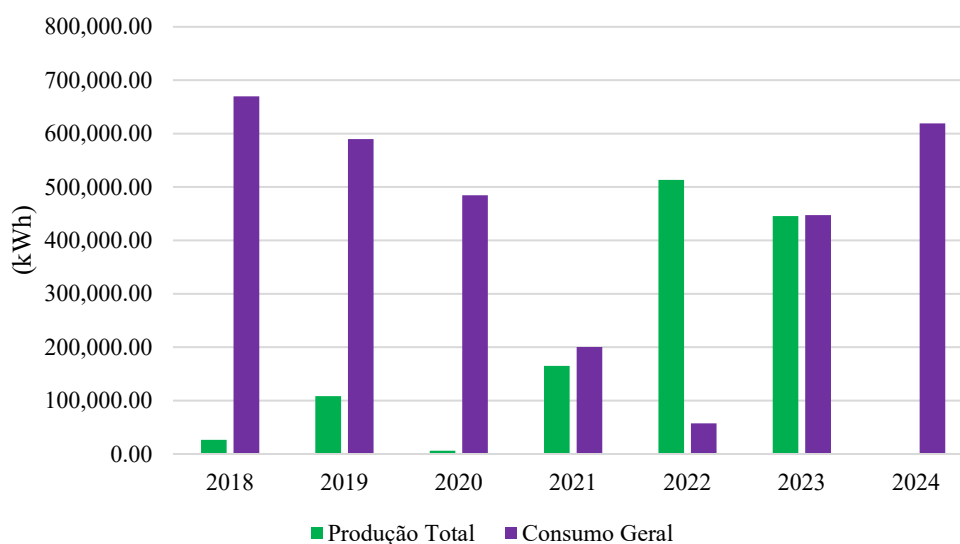
Diante dos dados apresentados na Tabela 2, pode-se constatar que, com as cinco usinas operando normalmente, o impacto financeiro torna-se expressivo. A geração de energia solar proporcionou uma economia de aproximadamente R\$ 447.620,59, o que evidencia a efetividade do sistema na redução dos custos com energia elétrica e promovendo a viabilidade e o retorno econômico através da implantação do sistema do campus.

A Tabela 5 apresenta os valores do consumo total de energia elétrica e a produção acumulada ao longo de todo o período analisado. Com esses valores tabulados, foi possível plotar o gráfico apresentado na Figura 20, que faz um comparativo anual de todos os dados. Vale destacar que no ano de 2024, não foi possível obter dados referente a produção de energia, devido à falta de registros no *software SolarView*.

Tabela 5 – Produção acumulada x Consumo total

Ano	Produção	Consumo
2018	26.641,50	669.812,15
2019	108.400,30	589.814,20
2020	5.985,94	484.583,1
2021	165.043	200.265,2
2022	513.196,5	57.250,62
2023	445.583,40	447.307,80
2024	-	619.169,90

Figura 20 – Consumo Geral x Produção Total



Fonte: Autoria Própria

4.2 Análise da Demanda Contratada

Ao analisar as faturas de energia e obter os dados anuais de demanda ativa, é possível observar uma evolução no desempenho energético da instituição. A demanda contratada se mantém fixa em 300 kW durante todo período de estudo deste trabalho, porém, houve uma redução na demanda ativa da unidade levando a necessidade de reavaliar o valor que é atualmente contratado.

Entre os anos de 2017 e 2020, a demanda ativa se manteve constante, levando-se em consideração que até o fim de 2018, a universidade não havia atuação de geração distribuída de energia.

A partir de 2021, o valor mínimo registrado caiu para 154,56 kW, embora a média tenha permanecido em 300 kW. Salienta-se que, nesse período dá-se início a operação das demais usinas solares do campus. O ano de 2022 foi o ponto em que a instituição ficou mais distante de atingir o pico de potência que contratou, com a demanda média anual de 138,18 kW e com valores mínimos de apenas 35,28 kW.

Esse panorama indica que a UFERSA está pagando por uma disponibilidade de energia que não está sendo utilizada de forma efetiva, o que pode gerar um custo elevado na fatura. Diante disso, considerando uma margem de segurança, sugere que a demanda contratada seja ajustada para uma faixa menor. Na Tabela 6 são apresentados os dados de valores de demanda média, máxima e mínima medida ao longo dos anos analisados.

Tabela 6 – Demanda média contratada, máxima e mínima medida no período de análise

Ano	Média (kw)	Máximo	Mínimo
2017	300	300	300
2018	300	309,98	300
2019	300	309,12	300
2020	300	300	300
2021	300	300	154,56
2022	138,18	227,64	35,28
2023	237,72	292,32	210,84
2024	225,12	271,32	165,48

Com o objetivo de avaliar a demanda contratada, foi realizada uma simulação, demonstrada na Tabela 7, com base nos dados históricos da demanda ativa registrados mensalmente ao longo de cada ano. Para a análise considerou os dados de 2023, e se propôs uma mudança no valor da demanda para 270 kW.

A simulação aplicou a Eq. 1, regulamentada pela ANEEL para tarifação da demanda ultrapassada, levando em consideração que o valor cobrado será sempre o maior entre o contratado e o utilizado, respeitando a margem de tolerância de 5% sobre a demanda contratada.

Tabela 7 – Valores simulados para redução da demanda média contratada

Mês/ano	Demanda (kW)	Dem. Ativa-Liminar	Economia Estimada (R\$)	Demanda Ultrapassada(kW)	Multa Estimada (R\$)
jan/23	210,84	89,16	2.276,27	0,00	0,00
fev/23	227,64	72,36	1.847,49	0,00	0,00
mar/23	216,72	83,28	2.127,47	0,00	0,00
abr/23	217,56	82,44	2.105,74	0,00	0,00
mai/23	232,68	67,32	1.719,58	0,00	0,00
jun/23	214,20	85,80	2.190,13	0,00	0,00
jul/23	242,76	57,24	1.462,53	0,00	0,00
ago/23	252,84	47,16	1.204,19	0,00	0,00
set/23	263,76	36,24	925,89	0,00	0,00
out/23	259,56	40,44	1.033,23	0,00	0,00
nov/23	257,04	42,96	1.096,64	0,00	0,00
dez/23	292,32	7,68	196,15	22,32	1.368,47
Total			18.185		1.368,47

Os resultados obtidos demonstram uma economia de aproximadamente R\$ 16.816,84 mesmo com a incidência de multa por ultrapassagem no mês de dezembro, apresentando um impacto financeiro compensado pelas economias dos outros períodos.

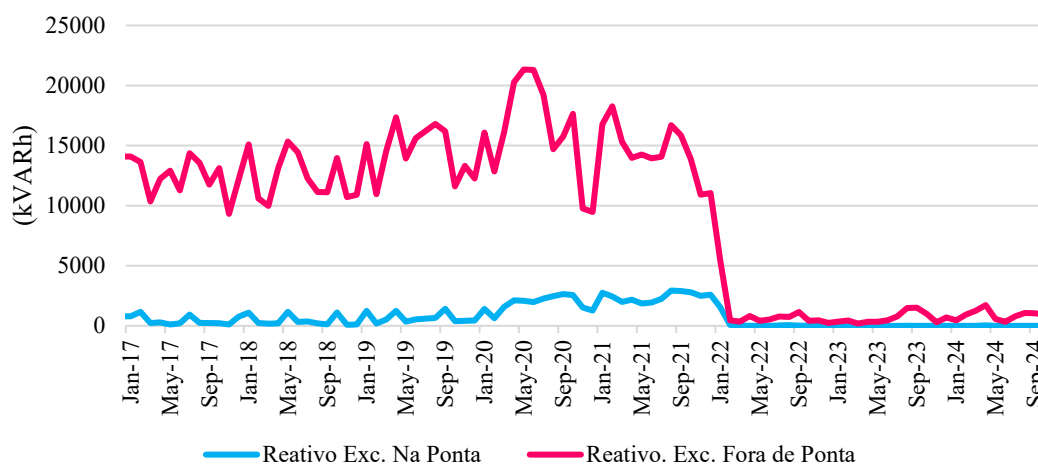
Essa abordagem evidencia que a nova proposta de demanda contratada de 270 kW, se apresenta como uma estratégia racional, tendo em vista que esse ajuste pode gerar um ganho significativo em termos de economia.

4.3 Análise do Consumo de Reativos

Para a análise completa do perfil de consumo da universidade, foram catalogadas também informações quanto ao excedente de reativos descritos nas faturas de energia no período de análise. A Figura 21, apresenta o consumo da energia reativa excedente (kVARh) nos horários de ponta e fora de ponta, entre janeiro de 2017 e outubro de 2024.

Inicialmente, um cenário de consumo com indícios de ineficiência na correção do fator de potência é demonstrado no gráfico no período fora de ponta, apresentando valores oscilantes de forma irregular acima de 10000 kVarh por mês, principalmente entre os anos de 2017 e 2019. Já no período de ponta, essa oscilação foi bem menor.

Figura 21 – Reativo Excedente



Fonte: Autoria Própria

Entre os anos de 2020 e 2021, período marcado pela pandemia da COVID-19, houve um aumento da energia reativa excedente, tanto no horário de ponta como fora de ponta, que pode estar relacionado com o baixo consumo ativo em função das suspensas de atividades presenciais no *campus*. Além disso, a operação da minigeração fotovoltaica também representa uma compensação da potência ativa, podendo reduzir o fator de potência.

Em 2022, período após a pandemia e retorno semipresencial das atividades, é possível identificar uma queda dos valores, chegando a zerar em alguns meses o valor no posto tarifário na ponta. A queda substancial nos valores indica, possivelmente, a adoção de medidas técnicas para correção do fator de potência, por meio da instalação de bancos de capacitores.

Dessa forma, de um modo geral, o gráfico apresenta a melhora significativa no controle do fator de potência desde o começo de 2022. Antes dessa mudança, o elevado consumo de energia reativa, especialmente nos horários fora de ponta, gerava multas financeiras aplicadas pela concessionária, refletindo em aumento de custo nas faturas de energia. Com a redução desse excedente evidencia uma maior eficiência no uso de energia elétrica, resultando em ganhos econômicos e técnicos para a operação do sistema energético do *campus*.

5 CONCLUSÕES

A análise do desempenho da minigeração implantada na UFERSA, *campus* Caraúbas, permitiu identificar os principais pontos de impacto positivo e os desafios associados aos sistemas de distribuição de energia. Em relação a redução dos custos operacionais e do uso mais consciente dos recursos energéticos, foi possível verificar uma contribuição significativa comparando o período anterior a instalação das usinas até o mês de outubro de 2024.

Os resultados obtidos destacaram a efetiva compensação da energia ativa durante os horários de maior irradiação solar, aumentando a economia nas faturas através da redução de dependência da concessionária. A instalação gradual de novas usinas, a adoção de medidas técnicas para controle da demanda contratada e consumo de energia reativa excedente, também fortaleceram os impactos positivos no gerenciamento energético do *campus*.

Porém, a ocorrência de falhas operacionais em algumas unidades de geração e a inatividade parcial do sistema de monitoramento, representaram limitações para uma apresentação mais precisa dos dados.

Dessa forma, conclui-se que a geração fotovoltaica, quando bem projetada e monitorada, é uma alternativa estratégica para promover economia e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Energia solar atinge 53 GW de capacidade instalada no Brasil.** 2025. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/https-canalsolar-com-br-energia-solar-capacidade-instalada-brasil-4/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ABSOLAR. 2025. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/https-portalinvestne-com-br-mesmo-com-variacao-do-dolar-e-elevacao-da-taxa-de-juros-instalacao-de-energia-solar-pode-ter-retorno-de-investimento-ate-45-ao-ano-no-brasil/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 15 mai. 2025

ANEEL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022.** Altera as Leis nº 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm. Acesso em: 20 ago. 2024.

ANEEL. **Micro e Minigeração Distribuída.** 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 15 set. 2024.

ANEEL. **Resolução Normativa nº482, de 17 de abril de 2012.** Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 1059. De 7 de fevereiro de 2023.** Altera as Resoluções Normativas nº 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, 1009, de 22 de março de 2022, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2023. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.059-de-7-de-fevereiro-de-2023-463828999>. Acesso: 22 ago. 2024.

ARÉVALO, Tania Ricaldi. **Soviedade e energia: construindo a transição energética de e para as pessoas e comunidades. Casos: Brasil, Peru e Bolívia.** 2022. São Leopoldo, 2022. Disponível em: <https://fmclimaticas.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Livro-SOCIEDADE-E-ENERGIA.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2025.

CERETTA, Paulo Sergio; SARI, Jorge Fernando; CERETTA, Franciane Cougo da Cruz. **Relação entre Emissões de CO₂, Crescimento Econômico e Energia Renovável. Desenvolvimento em Questão, [S. l.], 2020.** DOI: 10.21527/2237-6453.2020.50.268-286. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/7694>. Acesso em: 8 ago. 2025.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional: Relatório Síntese 2025. Ano base 2024.** Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/balanco-energetico-nacional/ben-2025/relatorio-sintese/Sintese_BEN2025/view Acesso em: 28 ago. 2024.

GUIMARÃES, Polyana Fernanda Reis Assis. **ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA ENERGIA SOLAR PARA UMA PEQUENA EMPRESA EM MG.** 2020. Monografia (Especialista em Gestão Estratégica em Negócios) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/42537>. Acesso em 07 ago. 2025.

LIGY. **Geração Distribuída.** 2023. Disponível em: <https://ligy.com.br/blog/geracaodistribuida>. Acesso em: 5 ago. 2025.

LIMA, Paulo Ramon Oliveira de. **Ferramenta para a Análise do Consumo Ótimo em Redes de Distribuição de Energia Elétrica e da Eficiência de seu Faturamento.** 2022. Dissertação (Mestrado em Energia Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande no Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/51144>. Acesso em: 28 ago. 2024.

NEOELETRIC. **Energia Solar.** 2022. Disponível em: <https://www.neoelectric.com.br/post/energia-solar>. Acesso em: 8 ago. 2025.

NEOENERGIA. **Composição Tarifária.** 2025b. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/rn/composicao-tarifaria>. Acesso em: 15 set. 2024.

NEOENERGIA. **Conheça sua fatura.** 2025c. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/rn/seu-negocio/conheca-sua-fatura>. Acesso em: 20 nov. 2024.

NEOENERGIA. **Geração Distribuída.** 2025a. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/rn/seu-negocio/geracao-distribuida>. Acesso em: 15 set. 2024.

OLIVEIRA, José Luan Nunes de. **INDICADORES DE DESEMPENHO NO USO DE ENERGIA ELÉTRICA APÓS A INSERÇÃO DE MICROGERAÇÃO DO CAMPUS UFERSA PAU DOS FERROS/RN.** 2023a. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/10772>. Acesso em: 20 ago. 2024.

OLIVEIRA, Rafael Soares de. **AVALIAÇÃO TÉCNICA E FINANCEIRA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR, VIA SISTEMA ON GRID, EM TRÊS MUNICÍPIOS PERNAMBUCANOS:** estudo de casos múltiplos utilizando o software PVSol premium versão 2021. 2022. Monografia (Bacharel em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/44865>. Acesso em 07 ago. 2025.

OLIVEIRA, Timóteo da Silva. **ANÁLISES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM FATURAS ELÉTRICAS COM ÊNFASE NA REDUÇÃO DE CUSTOS: ESTUDOS DE CASO CONSUMIDORES DO GRUPO A E GRUPO B.** 2023b. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br:8080/handle/prefix/1679>. Acesso em: 3 jun. 2025.

PORTAL SOLAR. **Matriz energética brasileira e matriz elétrica brasileira**. São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/matriz-energetica-brasileira-matriz-eletrica-brasileira>. Acesso em: 20 jan. 2025.

REIS, Erlhinton de Abreu Barbosa; RABELO NETO, Miguel Lino Spinelli; LIMA FILHO, Raimundo Nonato. O Impacto da Pandemia da Covid-19 nas despesas com energia elétrica nas Universidades Federais do Brasil: Uma Análise Comparativa entre os anos de 2019 e 2020. **ID on line. Revista de psicologia**, [S. l.], v. 16, n. 59, p. 17–29, 2022. DOI: 10.14295/online.v16i59.3365. Disponível em: <https://online.emnuvens.com.br/id/article/view/3365>. Acesso em: 29 jun. 2025.

RIBEIRO, Daniel de Moura. **ESTUDO DE VIABILIDADE DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS ON-GRID E OFF-GRID**. Monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38434>. Acesso: 8 ago. 2025.

SCHUINA, Lucas Lustosa. **ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR VOLTADA PARA A LOCAÇÃO DE EQUIPAMENTOS COMO MODELO DE NEGÓCIO DE UMA FAZENDA SOLAR**. 2021. Monografia – (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1275>. Acesso em: 4 dez. 2024.

SIMPLE. **TUSD e TE: Entenda a fatura de energia do seu negócio**. 2024. Disponível em: <https://simpleenergy.com.br/tusd-e-te-entenda-a-fatura-de-energia-do-seu-negocio/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SOLARVIEW. Disponível em: <https://my.solarview.com.br/monitoramento-unidade-publica/32583?und=93445>. Acesso em: 10 mai. 2025.

SOLARVIEW. **Quais são as funções da Plataforma SolarView PRO?** 2023. Disponível em: <https://solarview.com.br/centraldeajuda/central-de-monitoramento/quais-sao-as-funcoes-da-plataforma-solarview-pro/>. Acesso em: 07 ago. 2025.

SOUZA, Danielle Stefane Lima de. **GESTÃO EM INDÚSTRIA: ANÁLISES TÉCNICAS DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Pernambuco, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/50337>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SUNNE. **O tempo de retorno do investimento em energia solar**. 2024. Disponível em: <https://sunne360.com.br/tempo-de-retorno-do-investidor-de-energia-solar/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

TAVARES, Leila Aley. **MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA E AS TENDÊNCIAS FUTURAS. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. e453135, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i5.3135. Disponível em: <https://recima21.com.br/recima21/article/view/3135>. Acesso em: 6 ago. 2025.

UFERSA. **As Usinas Solares**. 2023. Disponível em: <https://usinasolar.ufersa.edu.br/>. Acesso em 20 ago. 2024.

**APÊNDICE A – TABELA DE DADOS DO CONSUMO DE POTÊNCIA ATIVA NA
PONTA E FORA DE PONTA NO ANO DE 2017**

Mês/Ano	Ponta	Fora da Ponta
Jan/17	5.240,9	35.560
Fev/17	3.429,16	25.788
Mar/17	9.485	44.856
Abr/17	8.832,74	44.856
Mai/17	9.220,54	48.804
Jun/17	10.507,28	49.840
Jul/17	5.115,18	32.088
Ago/17	9.401,28	44.296
Set/17	11.009,88	48.104
Out/17	10.468,5	50.904
Nov/17	10.502,94	49.588
Dez/17	5.819,94	39.088
TOTAL	99.033,34	513.772
MÉDIA	9.310,91	44.856