

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO**

Matheus Vicente Correia

**Análise de Faturamento para Consumidores do Grupo A: Estudos de Caso e  
Propostas de Otimização**

**Goiânia**

**2024**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

### 1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Matheus Vicente Correia

Título do trabalho: **Análise de Faturamento para Consumidores do Grupo A: Estudos de Caso e Propostas de Otimização**

### 2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

#### Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

**Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Nunes Belchior, Professor do Magistério Superior**, em 13/12/2024, às 10:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Vicente Correia, Discente**, em 13/12/2024, às 11:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5039135** e o código CRC **03943767**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.045490/2024-21

SEI nº 5039135



Matheus Vicente Correia

**Análise de Faturamento para Consumidores do Grupo A: Estudos de Caso e  
Propostas de Otimização**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr.  
Fernando Nunes Belchior

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do  
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Correia, Matheus Vicente

Análise de Faturamento para Consumidores do Grupo A: Estudos  
de Caso e Propostas de Otimização [manuscrito] / Matheus Vicente  
Correia. - 2024.

LXXXI, 81 f.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Nunes Belchior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de  
Computação (EMC), Engenharia Elétrica, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de  
figuras, lista de tabelas.

1. Faturamento. 2. Grupo A. 3. Modalidades Tarifárias. 4. Memória  
de Massa. 5. Fator de Potência. I. Belchior, Fernando Nunes, orient.  
II. Título.

CDU 621.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO

## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) 12 dia(s) do mês de novembro do ano de 2024 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Análise de Faturamento para Consumidores do Grupo A: Estudos de Caso e Propostas de Otimização”, de autoria de Matheus Vicente Correia, do curso de Engenharia Elétrica, do(a) EMC da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Prof. Dr. Fernando Nunes Belchior (FCT/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Prof. Dr. Marcelo Stehling de Castro (EMC/UFG), Prof. Dr. Antônio Melo de Oliveira (EMC/UFG) e Eng. Mestre Josephy Dias Santos (EMC/UFG). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do(a) estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 9,8 (nove vírgula oito), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Josephy Dias Santos, Técnico de Laboratório**, em 13/12/2024, às 09:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Nunes Belchior, Professor do Magistério Superior**, em 13/12/2024, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Stehling De Castro, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2024, às 06:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio Melo De Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 16/12/2024, às 15:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5039109** e o código CRC **B2D38517**.

## RESUMO

Este estudo apresenta uma análise detalhada do faturamento para consumidores do Grupo A, com foco em estudos de caso e propostas de otimização. A pesquisa aborda as modalidades tarifárias vigentes no Brasil e sua aplicação no cálculo do consumo e da demanda de energia elétrica, considerando a importância do histórico da fatura de energia como ferramenta de análise. Adicionalmente, são explorados conceitos como fator de potência e utilização de bancos de capacitores para correção de potência reativa, visando a redução de penalidades e melhoria da eficiência energética. A partir de estudos de caso, são propostas soluções para otimização do consumo e da demanda contratada das unidades consumidoras analisadas, a fim de promover a redução de custos e melhoria da gestão energética. Conclui-se que a adoção de melhores práticas no dimensionamento da demanda e no uso eficiente da energia reativa pode resultar em benefícios financeiros tanto para as distribuidoras de energia quanto para os consumidores. Este trabalho contribui para o ODS 7 - Energia Limpa e Acessível, ao promover práticas de eficiência energética e otimização do consumo, que visam tanto à redução de custos quanto ao uso consciente da energia elétrica, impactando positivamente na sustentabilidade do setor e no desenvolvimento de soluções que minimizam o desperdício de recursos naturais.

**Palavras-chave:** Faturamento, Grupo A, Modalidades Tarifárias, Memória de Massa, Fator de Potência, Bancos de Capacitores.

## **ABSTRACT**

*This study presents a detailed analysis of billing for Group A consumers, focusing on case studies and optimization proposals. The research addresses the current tariff models in Brazil and their application in calculating electricity consumption and demand, considering the importance of the electricity bill history as an analysis tool. Additionally, concepts such as power factor and the use of capacitor banks for reactive power correction are explored, aiming at reducing penalties and improving energy efficiency. Based on case studies, solutions are proposed for optimizing consumption and contracted demand of the analyzed consumer units to promote cost reduction and improve energy management. It concludes that adopting best practices in demand sizing and efficient use of reactive energy can result in financial benefits for both energy distributors and consumers. This work contributes to SDG 7 – Affordable and Clean Energy by promoting energy efficiency practices and consumption optimization, which aim at both cost reduction and the conscious use of electricity, positively impacting the sector's sustainability and fostering the development of solutions that minimize the waste of natural resources.*

**Keywords:** *Tariff Analysis. Tariff Modality. Python. Contracted Demand. Electricity Billing.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes da TUSD .....	17
Figura 2: Componentes da TE .....	17
Figura 3: Componentes detalhados de uma fatura de energia elétrica .....	24
Figura 4: Medição remota e medidor do grupo A .....	25
Figura 5: Fluxograma da metodologia.....	28
Figura 6: Recorte da MM .....	29
Figura 7: Demanda calculada (kW) na MM .....	30
Figura 8: Demanda recebida (kW) na MM .....	31
Figura 9: Número do medidor .....	32
Figura 10: Nome da instalação .....	32
Figura 11: Período de leitura .....	32
Figura 12: Somatório da energia na MM.....	33
Figura 13: Somatório total da energia na fatura .....	33
Figura 14: Somatório da energia em horário de ponta na MM .....	34
Figura 15: Energia em horário de ponta na fatura .....	34
Figura 16: Demanda máxima na MM.....	35
Figura 17: Demandas registradas na fatura .....	36
Figura 18: Ere na MM .....	37
Figura 19: Dre na MM.....	38
Figura 20: Histórico TUSDc.....	39
Figura 21: Fator de potência na MM .....	40
Figura 22: Triângulo de potências .....	41
Figura 23: Recorte da MM referente à UC 10019669567 .....	42
Figura 24: Demanda calculada na MM da UC 10019669567 .....	43
Figura 25: Número do medidor da UC 10019669567 .....	44
Figura 26: Nome da UC 10019669567.....	44
Figura 27: Período de leitura da UC 10019669567 .....	44
Figura 28: Somatório da energia em horário de ponta na MM da UC 10019669567 ....	45
Figura 29: Energia fornecida a UC 10019669567 .....	46
Figura 30: Energia recebida da UC 10019669567 na MM .....	47
Figura 31: Energia recebida da UC 10019669567 na fatura .....	47
Figura 32: Demanda fornecida na MM a UC 10019669567 .....	49
Figura 33: Demanda fornecida na fatura a UC 10019669567.....	49
Figura 34: Demanda estourada na fatura da UC 10019669567.....	50
Figura 35: Demanda máxima na fatura da UC 10019669567 .....	51
Figura 36: Demanda contratada na fatura da UC 10019669567 .....	51
Figura 37: Ere na MM da UC 10019669567 .....	52
Figura 38: Ere na fatura da UC 10019669567.....	53
Figura 39: Dre na MM da UC 10019669567 .....	54
Figura 40: Dre na fatura da UC 10019669567 .....	54
Figura 41: kvarh na MM da UC 10019669567 para o cálculo de FP.....	56
Figura 42: FP na MM da UC 10019669567 .....	57
Figura 43: kWh na MM da UC 10011474414.....	58
Figura 44: Número do medidor da UC 10011474414 .....	58
Figura 45: Nome da UC 10011474414.....	58

Figura 46: Período de leitura da UC 10011474414.....	59
Figura 47: Somatório da energia em horário de ponta na MM da UC 10011474414 ....	59
Figura 48: Energia fornecida a UC 10011474414.....	60
Figura 49: Energia recebida da UC 10011474414 na MM .....	61
Figura 50: Energia recebida da UC 10011474414 na fatura .....	62
Figura 51: Demanda fornecida na MM a UC 10011474414.....	63
Figura 52: Demanda fornecida na fatura a UC 10011474414.....	63
Figura 53: Demanda de geração da UC 10011474414.....	65
Figura 54: kvarh da UC 10011474414 .....	66
Figura 55: Ere na fatura da UC 10011474414.....	66
Figura 56: Dre na MM da UC 10011474414 .....	67
Figura 57: Dre na fatura da UC 10011474414 .....	67
Figura 58: kvarh na fatura da UC 10011474414 para o cálculo de FP .....	68
Figura 59: FP na fatura da UC 10011474414.....	69
Figura 60: Cálculo do FP utilizando a MM.....	70
Figura 61: Cálculo da Ere utilizando a MM.....	70
Figura 62: Histórico de demanda lida em uma UC .....	71
Figura 63: Lançamento da demanda de ultrapassagem.....	72
Figura 64: Lançamento de uma unidade consumidora.....	72
Figura 65: MM para cálculo do FP.....	73
Figura 66: Tarifa B1 .....	74
Figura 67: Tarifa aplicada para Ere na fatura .....	75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Subgrupos tarifários A.....	16
Tabela 2: Comparação de kWh entre a MM e a fatura.....	35
Tabela 3: Comparação de kW entre a MM e a fatura.....	36
Tabela 4: Comparação de kWh entre a MM e a fatura para a UC 10019669567 .....	46
Tabela 5: Comparação de geração entre a MM e a fatura para a UC 10019669567 .....	48
Tabela 6: Comparação de kW entre a MM e a fatura para a UC 10019669567 .....	50
Tabela 7: Comparação da Ere entre a MM e a fatura para a UC 10019669567 .....	53
Tabela 8: Comparação de Dre entre a MM e a fatura para a UC 10019669567 .....	54
Tabela 9: Comparação de kWh entre a MM e a fatura para a UC 10011474414 .....	60
Tabela 10: Comparação de geração entre a MM e a fatura para a UC 10011474414....	62
Tabela 11: Comparação de kW entre a MM e a fatura para a UC 10011474414 .....	64
Tabela 12: Comparação da Ere entre a MM e a fatura para a UC 10011474414.....	66
Tabela 13: Comparação de Dre entre a MM e a fatura para a UC 10011474414 .....	68
Tabela 14: Comparação de Ere calculado e faturado .....	76

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Potência.....	14
Equação 2: Fator de potência.....	15
Equação 3: Fator de potência com cargas não lineares .....	15
Equação 4: Demanda de ultrapassagem .....	20
Equação 5: Energia reativa .....	22
Equação 6: Demanda reativa .....	22
Equação 7: Transformação demanda/consumo .....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

MM - Memória de Massa

UC - Unidade Consumidora

TE - Tarifa de Energia

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

FP - Fator de Potência

Ere - Energia Reativa Excedente

Dre - Demanda de Energia Reativa

kWh - Quilowatt-hora

kvarh - Quilovolt-ampère reativo-hora

kW - Quilowatt

TUSDc - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (Consumo)

TUSDg - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (Geração)

TUSD-A - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (Fio A)

TUSD-B - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (Fio B)

PIS/PASEP - Programa de Integração Social / Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

PRORET - Procedimentos de Regulação Tarifária

DMCR - Demanda Máxima Corrigida Registrada

UFER - Unidade Faturada de Energia Reativa

CAS - Centro de Automação de Sistemas

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	13
2.1.	Conceitos Básicos.....	13
2.2.	Definições de conceitos .....	14
2.3.	Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição de Energia .....	15
2.3.1.	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE)	16
2.3.2.	Impostos.....	18
2.3.3.	Postos horários para Grupo A.....	18
2.3.4.	Modalidade Tarifária para grupo A .....	19
2.4.	Demais componentes de uma fatura .....	19
2.4.1.	Bandeira tarifária .....	19
2.4.2.	Demanda de ultrapassagem .....	20
2.4.3.	Demanda de consumo e geração .....	21
2.4.4.	Cálculo da energia e demanda reativa .....	22
2.4.5.	Iluminação pública .....	23
2.4.6.	Visualização detalhada da fatura de energia.....	24
2.5.	Memória de massa .....	24
2.6.	Banco de Capacitores .....	26
2.7.	Considerações finais .....	27
3.	Metodologia.....	27
3.1.	Coleta da memória de massa .....	28
3.2.	Identificação dos termos na memória de massa .....	28
3.3.	Comparação da memória de massa com a fatura de energia .....	31
3.3.1.	Verificação do período de faturamento e da Unidade Consumidora (UC) na Memória de Massa na Fatura.....	31
3.3.2.	Análise e Verificação do Consumo de Energia (kWh).....	32
3.3.3.	Análise e verificação da demanda (kW).....	35
3.3.4.	Análise e verificação da Ere (kvarh) .....	36
3.3.5.	Análise e verificação Dre (kvar).....	37
3.4.	Adequação dos termos na fatura.....	38
3.4.1.	Demanda contratada consumo (TUSDc) e Demanda contratada geração (TUSDg)	38
3.4.2.	Fator de Potência (FP) .....	39
3.4.3.	Banco de Capacitores .....	40

3.5.	Considerações finais .....	41
4.	Estudo de caso .....	41
4.1.	Identificação dos termos na memória de massa da UC 10019669567 .....	41
4.1.1.	Verificação do Período de Faturamento e da UC 10019669567 na MM e na Fatura	43
4.1.2.	Análise do consumo de energia na UC 10019669567.....	44
4.1.3.	Análise da geração de energia na UC 10019669567.....	47
4.1.4.	Análise e verificação da demanda na UC 10019669567.....	48
4.1.5.	Análise da Ere e Dre na UC 10019669567.....	52
4.1.6.	Banco de capacitores para UC 10019669567.....	55
4.2.	Identificação dos termos na memória de massa da UC 10011474414.....	57
4.2.1.	Verificação do Período de Faturamento e da UC 10011474414 na MM e na Fatura	58
4.2.2.	Análise do consumo de energia na UC 10011474414.....	59
4.2.3.	Análise da geração de energia na UC 10011474414.....	61
4.2.4.	Análise e verificação da demanda na UC 10011474414.....	62
4.2.5.	Análise da Ere e Dre na UC 10011474414.....	65
4.2.6.	Banco de capacitores para UC 10011474414.....	68
4.3.	Caso de demanda de ultrapassagem .....	71
4.4.	Caso de cálculo de fator de potência e UFER .....	72
4.5.	Considerações finais .....	78
5.	CONCLUSÕES .....	78
6.	REFERÊNCIAS .....	79

## 1. INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro é caracterizado por uma série de regulamentações tarifárias que visam garantir a eficiência na distribuição e no consumo de energia. Neste contexto, os consumidores do Grupo A, que são atendidos por médias e altas tensões e possuem características de grande consumo, enfrentam complexidades adicionais no que se refere ao cálculo de suas faturas de energia. Este trabalho busca analisar, em detalhes, o processo de faturamento desses consumidores, apresentando uma abordagem prática para a identificação de oportunidades de otimização e redução de custos.

O estudo é baseado na análise da Memória de Massa (MM), que permite um registro preciso do consumo de energia em intervalos regulares, e na comparação desses registros com as faturas emitidas pela distribuidora. Além disso, são abordados conceitos como fator de potência, demanda reativa, e o uso de bancos de capacitores como ferramentas fundamentais para garantir um uso eficiente da energia elétrica.

Este trabalho também discute a importância das diferentes modalidades tarifárias e seu impacto no custo final para os consumidores. A partir de estudos de caso, são propostas soluções que visam à otimização do consumo e do contrato de demanda, com o objetivo de reduzir o valor das faturas e melhorar a gestão energética nas unidades consumidoras analisadas.

Dentro da agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), este trabalho se insere no ODS 7 - Energia Limpa e Acessível (NAÇÕES UNIDAS, 2024), ao promover práticas que contribuem para a eficiência energética e o uso responsável da eletricidade. A otimização do consumo e a gestão eficiente da demanda, abordadas neste estudo, incentivam a redução de desperdícios e custos, impactando positivamente tanto a sustentabilidade do setor quanto o desenvolvimento de práticas que auxiliem na conservação de recursos naturais. Assim, o estudo não só oferece soluções práticas para consumidores de grande porte, como também avança na direção de um uso mais consciente e sustentável da energia elétrica, alinhado aos objetivos globais de acesso universal a serviços de energia de qualidade.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, são detalhados os fundamentos teóricos que servem como base para o desenvolvimento deste trabalho. Entre os temas abordados, destacam-se as diferentes modalidades tarifárias existentes, a metodologia utilizada para a cobrança de energia elétrica no Brasil, e a definição dos conceitos centrais da análise tarifária. Além de contextualizar as questões relacionadas à energia elétrica e suas tarifações, este capítulo também explora a análise da memória de massa da conta de energia, oferecendo uma compreensão mais profunda dos dados históricos de consumo e sua relevância para a eficiência energética.

### 2.1. Conceitos Básicos

A fatura de energia elétrica para clientes do Grupo A apresenta cobranças de vários itens, entre os principais itens destacam-se (ANEEL, 2021):

- Demanda: Refere-se à maior demanda registrada em kW ao longo de intervalos de 15 minutos;
- Consumo Ativo: Representa o total de energia consumida, medido em kWh, somado em intervalos de 15 minutos;
- Ere (Unidade Faturada de Energia Reativa): Corresponde ao faturamento da energia reativa consumida, medida em kvarh, aplicado quando o fator de potência da unidade consumidora está abaixo do limite regulamentar; e
- Dre ou UFDR: Refere-se ao faturamento da demanda reativa, que é cobrada quando há consumo excessivo de energia reativa, medida em kvar.

## 2.2. Definições de conceitos

A energia é a capacidade de realizar trabalho, medida em joules (J) no Sistema Internacional de Unidades (SI). No entanto, as concessionárias utilizam o Watt-hora (Wh) para medir o consumo de energia elétrica, onde 1 Wh equivale a 3.600 J.

Dessa forma, pode-se definir o conceito de potência aplicada à energia elétrica é o valor médio da potência instantânea, medida em watts (W) (ALEXANDER; SADIKU, 2013), tem-se a Eq. (1):

Equação 1: Potência

$$p^{\Delta} = \frac{dw}{dt} \quad (1)$$

A potência real (P) é a potência média, medida em watts (W), efetivamente liberada para uma carga, sendo a potência que realiza trabalho. Em contraste, a potência reativa (Q) é uma medida da troca de energia entre a fonte e a parte reativa da carga. A unidade de Q é o volt-ampère reativo (var), diferenciando-se da potência real, cuja unidade é o Watt. Elementos armazenadores de energia, como indutores e capacitores, não dissipam nem absorvem energia permanentemente; ao invés disso, eles trocam energia com o restante do circuito. Assim, a potência reativa, para carga linear, é transferida bidirecionalmente entre a carga e a fonte, representando uma troca de energia sem perdas (ALEXANDER; SADIKU, 2013). A potência se converte em energia quando se considera o tempo de funcionamento do equipamento, resultando na medida de quilowatt-hora (kWh). Nesse contexto, essa potência é conhecida como demanda na fatura de energia.

A relação entre a potência reativa e os diferentes tipos de carga pode ser resumida da seguinte forma:

- $Q = 0$  para cargas resistivas (fator de potência unitário);
- $Q < 0$  para cargas capacitivas (fator de potência adiantado); e
- $Q > 0$  para cargas indutivas (fator de potência atrasado).

Para unidades consumidoras ou conexões entre distribuidoras com tensão inferior a 230 kV, o fator de potência no ponto de conexão deve estar dentro do intervalo de 0,92

(noventa e dois centésimos) a 1,00 (um) indutivo, ou de 1,00 (um) a 0,92 (noventa e dois centésimos) capacitivo, conforme estabelece a regulamentação vigente (PRODIST, 2021).

O Fator de Potência (FP) é calculado utilizando a Eq. 2:

Equação 2: Fator de potência

$$fp = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}} \quad (2)$$

Onde:

- EA: energia ativa, registrada em kWh; e
- ER: energia reativa, registrada em kvarh.

Nesse contexto, é importante destacar que, na indústria, a maioria dos sistemas atuais opera com cargas não lineares, como retificadores e inversores. O cálculo do fator de potência para esses sistemas difere do tradicional e pode ser representado pela Eq. 3 (MOTTA et al., 2018).

Equação 3: Fator de potência com cargas não lineares

$$fp_V = \frac{P_V}{S_V} = \frac{P_1 + P_H}{\sqrt{S_1^2 + D_1^2 + S_H^2 + D_V^2}} \quad (3)$$

As potências ativa e aparente totais, considerando todas as frequências, são representadas por  $P_V$  e  $S_V$ , respectivamente. Já  $P_1$  e  $S_1$  correspondem às potências ativa e aparente na frequência fundamental, enquanto  $P_H$  e  $S_H$  referem-se às potências ativa e aparente associadas às componentes harmônicas. As grandezas  $D_1$  e  $D_V$  representam, respectivamente, as potências de distorção relacionadas à corrente e à tensão.

### 2.3. Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição de Energia

O Grupo A inclui unidades que são atendidas por tensões superiores a 2,3 kV (tensão primária) e que possuem subestação própria. A Resolução Normativa ANEEL nº

1.000/2021 define os grupos e subgrupos de consumidores, conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1: Subgrupos tarifários A

<b>A1</b>	tensão de fornecimento maior ou igual a 230 kV
<b>A2</b>	tensão de fornecimento maior ou igual a 88 kV e menor ou igual a 138 kV
<b>A3</b>	tensão de fornecimento igual a 69 kV
<b>A3a</b>	tensão de fornecimento maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV
<b>A4</b>	tensão de fornecimento maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV
<b>As</b>	tensão de fornecimento menor que 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição

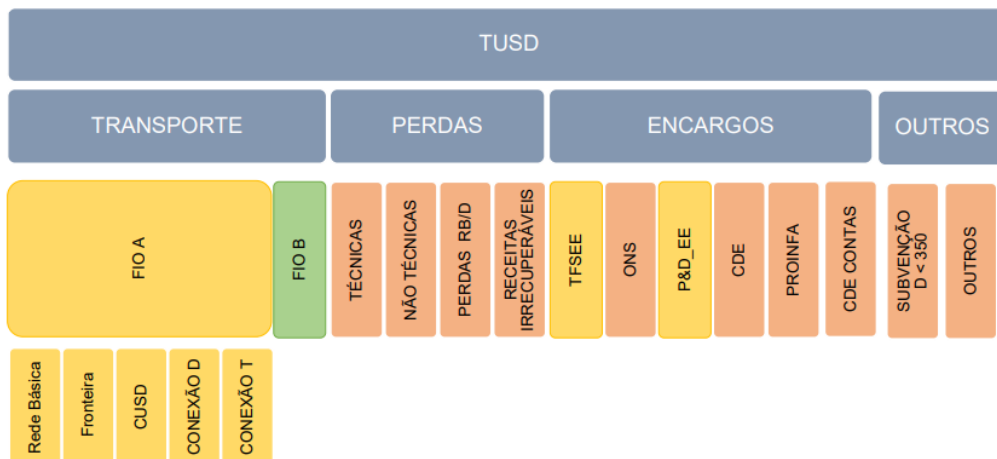
Fonte: (ANEEL, 2021).

### **2.3.1. Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e Tarifa de Energia (TE)**

É importante destacar que as tarifas de consumo, independentemente do posto horário, incluem tanto a componente TE (Tarifa de Energia) quanto a TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição). Por outro lado, a tarifa de demanda abrange apenas a TUSD. Vale também mencionar que tanto a TE quanto a TUSD são compostas por diversas subcomponentes.

A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) é o valor estabelecido pela ANEEL, expresso em R\$/MWh ou R\$/kWh, que é cobrado mensalmente dos consumidores pelo uso da rede de distribuição de energia elétrica (PRODIST, 2021). Os componentes que compõem a TUSD estão ilustrados na Figura 1:

Figura 1: Componentes da TUSD



Fonte: (ANEEL, 2022c)

A Tarifa de Energia (TE) é o valor definido pela ANEEL, expresso em R\$/MWh ou R\$/kWh, que é cobrado mensalmente dos consumidores pelo consumo de energia elétrica. Esse valor é utilizado para o cálculo do faturamento mensal do consumo de energia (PRODIST, 2021). Os componentes que compõem a TE estão apresentados na Figura 2:

Figura 2: Componentes da TE



Figura 02- TE – Componentes aplicadas

- Incide GD II (% do total) e GD III (100%)
- Incide GD III (% do total ou 100%)
- Não incide
- Benefício tarifário

Fonte: (ANEEL, 2022c)

O custo de faturamento dos componentes tarifários, de acordo com o (ANEEL, 2022a), é dividido em várias categorias: a energia, que inclui TE - Energia, TE - Transporte e a bandeira tarifária; a distribuição, representada pelo TUSD - Fio B; a transmissão, coberta pelo TUSD - Fio A; as perdas, que englobam TUSD - Perdas e TE - Perdas; e os encargos, divididos em TUSD - Encargos e TE - Encargos.

### **2.3.2. Impostos**

Além das tarifas para consumo e demanda, o faturamento das unidades consumidoras do Grupo A também inclui a incidência de impostos federais e estaduais sobre a energia consumida, como o PIS/PASEP, COFINS e ICMS.

A Tarifa Final corresponde à soma das componentes TE e TUSD, acrescida das alíquotas de impostos aplicadas à unidade consumidora, como ICMS, PIS/PASEP e COFINS. É obrigatório que as distribuidoras indiquem na fatura de energia as alíquotas dos impostos aplicados (ANEEL, 2021).

### **2.3.3. Postos horários para Grupo A**

Os postos horários para consumidores do Grupo A são divididos em três categorias: horário de ponta, horário reservado e horário fora de ponta. A principal diferença entre esses períodos está na regulamentação do valor da tarifa. O horário de ponta possui uma tarifa mais elevada em comparação com os horários fora de ponta e reservado. Em geral, os valores das tarifas para os horários fora de ponta e reservado são os mesmos, exceto para clientes irrigantes, que recebem descontos significativos no horário reservado como incentivo para o consumo nesse período. De acordo com a Resolução Normativa ANEEL nº1000/2021, os horários são definidos da seguinte forma:

- Posto tarifário de ponta: período que abrange 3 horas diárias consecutivas, estabelecido pela distribuidora com base na curva de carga do seu sistema elétrico. Esse período é aprovado pela ANEEL e se aplica a toda a área de concessão ou permissão. No entanto, não é aplicado aos sábados, domingos, terça-feira de Carnaval, Sexta-feira da Paixão, Corpus Christi e aos feriados nacionais dos dias 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 2 de novembro, 15 de novembro, 20 de novembro e 25 de dezembro;
- Posto tarifário fora de ponta: período composto pelas horas diárias consecutivas que complementam o horário definido como posto de ponta; e

- Posto tarifário horário reservado: quando se aplica, ele é no período noturno.

Por exemplo, de acordo com a Resolução Homologatória nº 3.279/2023 da distribuidora Equatorial Goiás, a divisão dos postos horários é a seguinte: o horário de ponta ocorre das 18:00h às 21:00h, o horário fora de ponta é das 6:00h às 18:00h e das 21:00h às 21:30h, e o horário reservado é das 21:30h às 6:00h (ANEEL, 2023b).

#### **2.3.4. Modalidade Tarifária para grupo A**

As modalidades tarifárias, incluem diversas opções destinadas a diferentes perfis de consumidores. A modalidade tarifária horária azul oferece tarifas diferenciadas tanto para o consumo quanto para a demanda, variando de acordo com cada posto tarifário, e é destinada aos consumidores do Grupo A. A modalidade tarifária horária verde também apresenta variações nas tarifas de consumo conforme o posto tarifário, mas mantém uma tarifa única para a demanda, sendo igualmente destinada ao Grupo A (ANEEL, 2021).

Já a modalidade tarifária de geração aplica uma tarifa única para a demanda, independentemente do horário, e é voltada para centrais geradoras e agentes importadores conectados aos sistemas de distribuição. A modalidade tarifária de distribuição, por sua vez, oferece tarifas diferenciadas para a demanda, que variam conforme as horas de uso, e é direcionada às centrais geradoras e agentes importadores. Por fim, a modalidade tarifária de pré-pagamento permite que os consumidores adquiram energia elétrica antes do consumo, sendo disponível para unidades consumidoras que optarem por essa modalidade.

### **2.4. Demais componentes de uma fatura**

Além da energia e das demandas ativas e reativas, algumas cobranças adicionais são incluídas na fatura dos consumidores do Grupo A, como as bandeiras tarifárias, a demanda de ultrapassagem e a contribuição para a iluminação pública.

#### **2.4.1. Bandeira tarifária**

As bandeiras tarifárias têm o objetivo de repassar ao consumidor os custos adicionais relacionados à geração de energia elétrica, devido, por exemplo, à escassez hídrica (ANEEL, 2022a). Elas são classificadas da seguinte forma:

- **Bandeira Tarifária Verde:** aplicada quando as condições para a geração de energia são favoráveis;
- **Bandeira Tarifária Amarela:** utilizada quando as condições para a geração de energia são menos favoráveis; e
- **Bandeira Tarifária Vermelha (Patamar 1 ou 2):** acionada quando as condições para a geração de energia são críticas.

#### 2.4.2. Demanda de ultrapassagem

A distribuidora deve adicionar ao faturamento regular a cobrança pela ultrapassagem quando a demanda medida exceder os valores contratados, nas seguintes situações (ANEEL, 2021):

1. **Exceder em relação à demanda contratada:**
  - **1%:** para exportadores ou importadores, e para a demanda contratada de injeção de consumidor e de gerador.
  - **5%:** para a demanda contratada de consumo de consumidor e de gerador.
  - **10%:** para outra distribuidora conectada.
2. **Exceder no período de testes:**
  - **35% ou mais:** no caso de início do fornecimento, se a demanda inicial contratada for excedida em mais de 35%.

De acordo com o artigo 312 da (ANEEL, 2021), o consumidor tem um período de teste de três ciclos consecutivos e completos de faturamento, durante o qual não será cobrada a demanda de ultrapassagem, desde que seja respeitado o limite de 35% da demanda contratada.

A cobrança por ultrapassagem deve ser calculada de acordo com a Eq. 4, presente no artigo 301 da (ANEEL, 2021):

Equação 4: Demanda de ultrapassagem

$$Cultrapassagem(p) = DAM(p) - DAC(p) \times 2 \times VRDULT(p) \quad (4)$$

Onde:

- **Cultrapassagem(p):** valor correspondente à cobrança pela demanda excedente, por posto tarifário "p", em Reais (R\$);
- **DAM(p):** demanda de potência ativa medida, em cada posto tarifário "p" no período de faturamento, em quilowatts (kW);

- **DAC(p)**: demanda de potência ativa contratada, por posto tarifário "p" no período de faturamento, em quilowatts (kW);
- **VRDULT(p)**: valor de referência de ultrapassagem, equivalente às tarifas de demanda de potência aplicáveis aos subgrupos do Grupo A ou à TUSD-Consumidores-Livres; e
- **p**: refere-se ao posto tarifário, podendo ser ponta ou fora de ponta, conforme as modalidades tarifárias horárias.

### 2.4.3. Demanda de consumo e geração

A principal questão na fatura de energia dos consumidores do Grupo A é a cobrança pela demanda pelo uso da rede, que representa cerca de 50% do valor total da fatura. Além disso, há a contabilização da energia reativa e sua respectiva demanda. Nesse contexto, é essencial prestar atenção a esses aspectos, considerando que, em relação à demanda, há basicamente quatro cenários possíveis: cliente que paga pela demanda contratada, cliente rural que paga pela demanda medida, cliente optante B que não paga demanda, e cliente gerador.

Nesse contexto, é essencial que a demanda seja calculada de forma precisa, pois, para o cliente que paga pela demanda contratada, um contrato com valor excessivo resulta no pagamento de uma demanda desnecessária. Por outro lado, um contrato abaixo da demanda real instalada leva ao pagamento de demanda de ultrapassagem, gerando custos adicionais (ANEEL, 2021). A curva de carga do estabelecimento é uma ferramenta que pode ser utilizada para estimar a demanda a ser contratada.

No caso do cliente rural que paga pela demanda medida, é importante observar que a demanda contratada deve ser atingida ou superada pelo menos três vezes durante doze ciclos de faturamento. Caso isso não ocorra, será cobrada uma demanda complementar, gerando custos adicionais para o cliente. As demandas complementares devem ser calculadas com base nas maiores diferenças entre as demandas contratadas e as faturadas durante o período analisado, por posto tarifário, excetuando-se os ciclos em que o critério de atendimento foi cumprido (ANEEL, 2021).

Para o cliente do Grupo A que opta pela modalidade do Grupo B, não haverá cobrança de demanda, mas será aplicada a cobrança de Ere. Além disso, em instalações dessa modalidade, não é permitido gerar energia para compartilhamento com outras unidades; a geração deve ser destinada exclusivamente ao consumo próprio (ANEEL, 2022b).

A Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição de geração (TUSDg) é uma modalidade tarifária aplicada a unidades que possuem geração própria de energia, como é o caso de consumidores que produzem mais energia do que consomem. Esse tipo de tarifa é importante, pois apresenta um custo reduzido em relação à Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição de consumo (TUSDc), que é aplicada aos consumidores convencionais que utilizam a energia diretamente da rede de distribuição (ANEEL, 2023a). Segundo a Resolução Normativa ANEEL nº 1.059, a TUSDg corresponde a aproximadamente metade do valor da TUSDc, o que torna a contratação da demanda de geração uma opção financeiramente vantajosa para unidades geradoras. Quando uma instalação geradora de energia contrata demanda de consumo (TUSDc) em vez de demanda de geração (TUSDg), o valor da fatura resultante será significativamente mais elevado, impactando a eficiência econômica da operação.

#### 2.4.4. Cálculo da energia e demanda reativa

De acordo com (ANEEL, 2021), a distribuidora deve cobrar o montante de energia elétrica e a demanda de potência reativas excedentes de uma unidade consumidora do grupo A, incluindo aquelas que optarem pelo faturamento com a aplicação da tarifa do grupo B, conforme as Eq. 5 e Eq. 6:

Equação 5: Energia reativa

$$Ere = \sum_{T=1}^n \left[ EEAMt \times \left( \frac{fr}{ft} - 1 \right) \right] \times VRere \quad (5)$$

Equação 6: Demanda reativa

$$Dre(p) = \left[ \sum_{T=1}^n \text{MAX} \left( DAMt \times \frac{f_R}{ft} \right) - DAF(p) \right] \times VRdre \quad (6)$$

Onde:

- Ere: Valor correspondente à energia elétrica reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência "fr" durante o período de faturamento, expresso em Reais (R\$);
- T: Período de uma hora;

- EEAMt: Montante de energia elétrica ativa medida em cada intervalo "t" de uma hora, ao longo do período de faturamento, expresso em megawatt-hora (MWh);
- fr: Fator de potência de referência, fixado em 0,92;
- ft: Fator de potência da unidade consumidora, calculado em cada intervalo "t" de uma hora, durante o período de faturamento;
- VRere: Valor de referência equivalente à tarifa de energia "TE" da bandeira verde aplicável ao subgrupo B1, expresso em Reais por megawatt-hora (R\$/MWh);
- Dre(p): Valor, por posto tarifário "p", correspondente à demanda de potência reativa excedente à quantidade permitida pelo fator de potência de referência "fr" durante o período de faturamento, expresso em Reais (R\$);
- DAMt: Demanda de potência ativa medida no intervalo de integralização de uma hora "t", durante o período de faturamento, expresso em quilowatt (kW);
- DAF(p): Demanda de potência ativa faturável, em cada posto tarifário "p" durante o período de faturamento, expresso em quilowatt (kW);
- VRdre: Valor de referência, em Reais por quilowatt (R\$/kW), equivalente às tarifas de demanda de potência para o posto tarifário fora de ponta das tarifas aplicáveis aos subgrupos do grupo A na modalidade tarifária horária azul;
- MAX: Função que identifica o valor máximo da equação dentro dos parênteses correspondentes, em cada posto tarifário "p";
- t: Intervalo de uma hora, dentro do período de faturamento; e
- p: Posto tarifário, podendo ser ponta ou fora de ponta, de acordo com as modalidades tarifárias horárias.

Para a apuração do Ere e Dre(p), deve-se considerar, no período de 6 horas consecutivas entre 23h30 e 6h30, definido pela distribuidora, apenas os fatores de potência "ft" menores que 0,92 capacitivo, verificados em cada intervalo de uma hora "t". No período complementar a este, devem ser considerados apenas os fatores de potência "ft" menores que 0,92 indutivo, também verificados em cada intervalo de uma hora "t" (ANEEL, 2021).

#### **2.4.5. Iluminação pública**

A iluminação pública, conforme a Resolução Normativa nº 1047/2022 (ANEEL, 2022b), refere-se à:

"contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública e à taxa ou tarifa dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, que estão sujeitas às multas, atualizações e juros de mora estabelecidos na legislação específica (ANEEL, 2022b)"

O valor faturado é integralmente repassado às prefeituras do município.

#### 2.4.6. Visualização detalhada da fatura de energia

Na Fig. 3 é possível observar todos os lançamentos presentes em uma fatura de energia, que incluem os requisitos mencionados anteriormente.

Figura 3: Componentes detalhados de uma fatura de energia elétrica

ESTRUTURA TARIFÁRIA								
THS_VERDE								
CONTRATOS DA FATURA								
Nº. do contrato	Tipo	Vigência	Demanda	Demanda P	Demanda FP	Consumo P	Histórico consumo P	Horas utilização
OC17307211958	CCER	07/03/2024 a 07/03/2025						
OC17307211958	CUSD CATIVO	07/03/2024 a 07/03/2025	200					
LANÇAMENTOS								
PRODUTO				QUANTIDADE	TARIFA	VALOR		
ADC BAND. AMARELA TE HR				2.373,00	0,024532	58,21		
ADC BAND. AMARELA TE FP				9.145,50	0,024532	224,36		
ADC BAND. AMARELA TE P				967,89	0,024532	23,74		
CONSUMO FP				9.145,50	0,127322	1.164,42		
CONSUMO HR				2.373,00	0,127322	302,14		
CONSUMO P				967,89	2,045578	1.979,89		
DEMANDA				200,0000	32,823175	6.564,64		
PARCELA TE FP				9.145,50	0,349446	3.195,86		
PARCELA TE HR				2.373,00	0,349446	829,24		
PARCELA TE P				967,89	0,547972	530,38		
COFINS (3,0%) LEI 9430(-)						-458,69		
CSLL (1,0%) LEI 9430(-)						-152,89		
IR LEI 9430(-)						-419,81		
JUROS MORATÓRIA.						92,04		
MULTA - 05/2024.						324,83		
PIS/PASEP (0,65 %) LEI 9430(-)						-99,38		
TRIBUTOS								
IMPOSTO	ALÍQUOTA	BASE DE CÁLCULO		VALOR				
PIS/PASEP	0,9165 %	R\$ 12.047,00		R\$ 110,41				
ICMS	19,0000 %	R\$ 14.872,88		R\$ 2.825,85				
COFINS	4,2243 %	R\$ 12.047,00		R\$ 508,90				

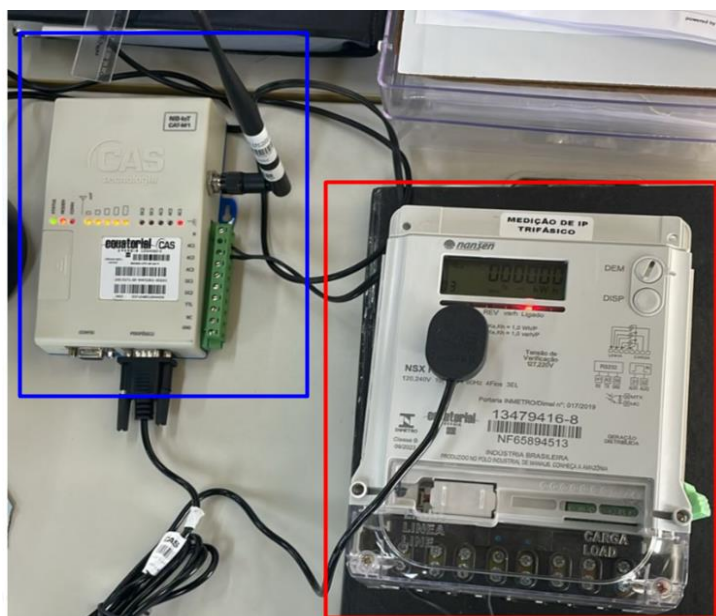
Fonte: (EQUATORIAL, 2024g)

#### 2.5. Memória de massa

A memória de massa é um componente crucial nos sistemas de medição de energia elétrica, especialmente para consumidores do Grupo A, conforme (ANEEL, 2021). Esse dispositivo armazena uma grande quantidade de dados relacionados ao consumo de energia, como energia ativa e reativa, potência ativa e reativa, fator de potência, tensão e corrente por fase e harmônicas. Isso permite uma análise detalhada do perfil de consumo dos usuários, contribuindo para a precisão no faturamento e na gestão energética.

A memória de massa refere-se à capacidade dos medidores eletrônicos modernos de registrar e armazenar dados de consumo de energia em intervalos específicos, geralmente a cada 15 minutos, além de registrar eventos importantes, como interrupções no fornecimento, variações de tensão e correntes, e outras informações relevantes. Essa função é essencial para assegurar que os dados de consumo sejam precisos e possam ser auditados ou verificados em caso de necessidade. Normalmente, os medidores conseguem armazenar dados por até 45 dias. Por isso, é fundamental que eles estejam conectados ao banco de dados da empresa, que recebe e armazena essas informações, permitindo a criação de um histórico de consumo a longo prazo. Nos medidores do Grupo A essa conexão é realizada através de um dispositivo remoto integrado ao medidor, que transmite os dados de forma contínua para o sistema de armazenamento. Na figura 4 se pode ver a medição remota marcada de azul e o medidor marcado de vermelho.

Figura 4: Medição remota e medidor do grupo A



Fonte: (EQUATORIAL, 2024a)

A memória de massa é fundamental para garantir a transparência e a precisão no processo de faturamento. Ela permite que as distribuidoras reconstituam o consumo real em casos de disputas ou questionamentos sobre as faturas, oferecendo uma base sólida de dados para auditorias. Além disso, esses registros são essenciais para a análise de eficiência energética, permitindo que consumidores e distribuidores identifiquem padrões de consumo e oportunidades para otimização e redução de custos.

Conforme (ANEEL, 2021), a memória de massa deve ser acessível tanto para a distribuidora quanto para o consumidor, garantindo que ambos tenham acesso aos dados necessários para uma compreensão clara e detalhada do consumo de energia.

## **2.6. Banco de Capacitores**

Um banco de capacitores em uma instalação de energia elétrica é utilizado para melhorar o fator de potência do sistema. Ele funciona armazenando e liberando energia reativa, que é necessária para o funcionamento de equipamentos como motores e transformadores. Essa energia reativa não realiza trabalho útil, mas influencia a eficiência do sistema. Quando o fator de potência é baixo (menor que 0,92 capacitivo no período de 23h30 a 6h30, ou menor que 0,92 indutivo no período complementar), há uma maior circulação de energia reativa, o que sobrecarrega a rede e aumenta as perdas de energia. O banco de capacitores corrige essa condição, ao gerar a energia reativa solicitada pela carga indutiva da instalação, reduzindo a necessidade de energia reativa da concessionária e melhorando a eficiência geral do sistema, resultando em menor consumo de energia e redução de custos com multas por baixo fator de potência.

Os bancos de capacitores podem ser instalados em diferentes locais dentro de um sistema elétrico, dependendo da necessidade de compensação de energia reativa e das características da instalação. Um dos locais mais comuns para sua instalação é na entrada da mesma, como em subestações. Nessa configuração, o banco de capacitores compensa a energia reativa de toda a instalação, promovendo uma melhora no fator de potência no ponto de conexão com a concessionária de energia elétrica, ajudando a evitar multas e a reduzir as perdas na transmissão de energia (MAMEDE FILHO, 2017).

Outra alternativa é a instalação do banco de capacitores em quadros de distribuição. Essa opção é vantajosa para otimizar a compensação de energia reativa próximo às cargas que mais necessitam dessa correção, como motores e outros equipamentos industriais. Colocando os capacitores próximos às cargas, pode-se reduzir as perdas no sistema de distribuição interno e melhorar a eficiência energética local.

Além disso, os bancos de capacitores podem ser instalados próximos a grandes equipamentos consumidores de energia reativa, como motores de grande porte e máquinas industriais. Nesse caso, o banco de capacitores é dedicado a equipamentos específicos, oferecendo uma correção mais precisa e localizada da energia reativa,

melhorando o desempenho do equipamento e minimizando o impacto no sistema elétrico geral (MAMEDE FILHO, 2017).

## **2.7. Considerações finais**

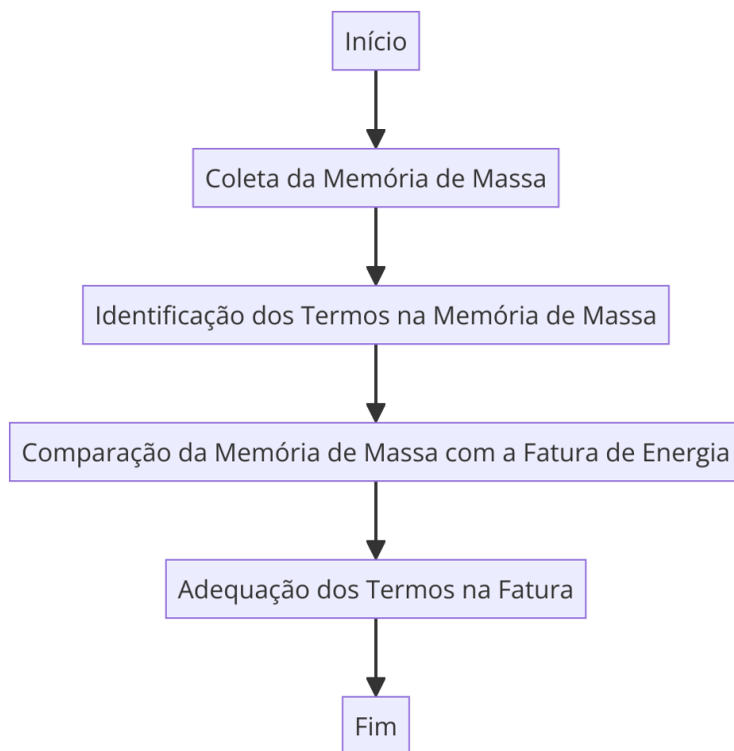
Neste capítulo, dedicado à revisão teórica dos conteúdos utilizados no trabalho, foram abordados os principais elementos que compõem uma fatura de energia, as diversas modalidades tarifárias disponíveis no sistema elétrico nacional, o conceito e a relevância da análise tarifária, além da importância da memória de massa.

## **3. METODOLOGIA**

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para a análise da memória de massa e a verificação das informações presentes na fatura de energia. Além disso, aborda a análise da adequação da demanda e o cálculo do fator de potência, bem como o dimensionamento do banco de capacitores para reduzir o consumo de energia reativa.

Com esse objetivo, a Figura 5 apresenta um fluxograma que detalha a metodologia utilizada. Em seguida, cada parte que compõe este fluxograma é explicada em detalhes.

Figura 5: Fluxograma da metodologia



Fonte: Autor

### 3.1. Coleta da memória de massa

Inicialmente, é necessário entrar em contato com a concessionária de energia e solicitar a Memória de Massa (MM), que pode incluir dados de consumo ou demanda. Com base em conceitos matemáticos (divisão e multiplicação), é possível calcular a demanda a partir do consumo e vice-versa.

### 3.2. Identificação dos termos na memória de massa

Ao receber a MM da concessionária, é possível visualizar seus elementos, como mostrado na figura 6:

Figura 6: Recorte da MM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/07/2024 00:00:00 até 01/08/2024 00:00:00)									
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh capacitivo recebido	Vah
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	3.255,00	0	630	0	0	0	47.775,00
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	3.675,00	0	525	0	0	0	47.691,00
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	3.255,00	0	630	0	0	0	47.670,00
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	3.675,00	0	630	0	0	0	47.565,00
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	3.465,00	0	630	0	0	0	47.607,00
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	3.150,00	0	630	0	0	0	47.628,00
9	01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	3.360,00	0	525	0	0	0	47.691,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Na primeira linha da tabela, é possível ver o nome do local (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS) e o período correspondente de consumo de energia, que, neste caso, vai de 01/07/2024 às 00:00 até 01/08/2024 às 00:00. É importante ressaltar que, para consumidores do Grupo A, a leitura de consumo deve sempre abranger o mês civil completo, ou seja, deve iniciar à meia-noite do primeiro dia do mês e se estender até à meia-noite do primeiro dia do mês seguinte (ANEEL, 2021). Se esse faturamento não for possível, ou seja, começar no dia primeiro, mas a concessionária tiver a leitura antes do seguinte mês, ela pode utilizar essa leitura (por exemplo do dia 01/07/2024 até 29/07/2024), porém o próximo mês deve ser proporcionalizado o insumo para corresponder ao mês civil.

Na segunda linha da tabela que está mostrada na figura 6 são apresentadas as grandezas que foram monitoradas, tais como a Data (registrada em intervalos de 15 minutos, conforme a (ANEEL, 2021). Em seguida, aparecem os postos horários e o consumo (kWh) fornecido, que representa a energia consumida.

Para calcular o valor da demanda, utiliza-se a Eq. 07:

$$\text{Equação 7: Transformação demanda/consumo}$$

$$\text{Energia (kWh)} = \text{Demanda (kW)} * \Delta t (h) \quad (7)$$

No caso da Memória de Massa (MM), a variação de tempo ( $\Delta t$ ) é de 1/4 de hora (15 minutos). Portanto, para calcular a demanda a partir da energia registrada, é necessário multiplicar o valor da energia por 4, como representado na figura 7.

Figura 7: Demanda calculada (kW) na MM

	A	B	C	D	E	F
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/07/2024 00:00:00)					
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVARh indutivo
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	3.255,00	=D3*4	0
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	3.675,00	14.700	0
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	3.255,00	13.020	0
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	3.675,00	14.700	0
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	3.465,00	13.860	0
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	3.150,00	12.600	0
9	01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	3.360,00	13.440	0
10	01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	3.150,00	12.600	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Outra forma de obter a demanda na fatura de energia é solicitar à concessionária a MM referente às demandas, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8: Demanda recebida (kW) na MM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	kVAr capacitivo recebido
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.100,00	0	0	0
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.520,00	0	0	0
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.520,00	0	0	0
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0
9	01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	13.440,00	0	2.100,00	0	0	0
10	01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0
11	01/07/2024 02:15	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.100,00	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Um ponto importante a ser destacado na MM, especialmente no caso obtido da empresa Equatorial Goiás, é que o sistema utiliza referências no padrão inglês, adotando o ponto como separador decimal, enquanto no Brasil o separador decimal utilizado é a vírgula (CAS TECNOLOGIA, 1967). Para um ajuste preciso, é suficiente dividir os valores registrados na MM por 1000, permitindo assim a realização dos cálculos necessários com base nesses valores.

### 3.3. Comparação da memória de massa com a fatura de energia

Neste tópico, será realizada uma comparação entre a MM e a fatura de energia, permitindo verificar se a MM recebida está de acordo com a fatura analisada. Assim, será possível confirmar se os valores de consumo, demanda, Ere e Dre lançados na fatura de energia estão alinhados com os dados efetivamente consumidos.

#### 3.3.1. Verificação do período de faturamento e da Unidade Consumidora (UC) na Memória de Massa na Fatura

Para confirmar se a MM realmente corresponde à fatura de energia em análise, deve-se comparar o número exibido na primeira linha da MM com o número do medidor da

UC. Não longe disso, é possível também verificar se o nome presente na MM coincide com o nome registrado na conta de energia, conforme ilustrado nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Número do medidor

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS -				13185429	(01/05/2024 00:00:00 até 31/05/2024 23:59:59)				
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh capacitivo recebido	
3	01/05/2024 00:15	Quarta	Reservado	4.935,00	0	0	0	0	0	
4	01/05/2024 00:30	Quarta	Reservado	5.355,00	105	0	0	0	0	
5	01/05/2024 00:45	Quarta	Reservado	4.410,00	105	0	0	0	0	

Leitura	Consumo Medidor	Consumo kWh	Medidor
13782,51	645,37	14,891	13185429-1
13370	0,105000	871,6	13185429-1
0948	10,500000	10227	13185429-1
02319	10,500000	2425,5	13185429-1
00731	0,420000	19,32	13185429-1
02700	0,420000	76,44	13185429-1

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b, 2024g)

Figura 10: Nome da instalação

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS -				13185429	(01/05/2024 00:00:00 até 31/05/2024 23:59:59)				
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh capacitivo recebido	
3	01/05/2024 00:15	Quarta	Reservado	4.935,00	0	0	0	0	0	
4	01/05/2024 00:30	Quarta	Reservado	5.355,00	105	0	0	0	0	

**Equatorial Goiás Distribuição**  
 CNPJ: 01.543.032/0001-04 - IE: 100.549  
 Rua 2, Qd. A-37, Nº 505 - Jardim Goiás

Classificação: A A4 PODER PÚBLICO - FEDERAL THS, VERDE  
 Tensão Nominal Disp: 13800 V Lim Min: 12.834 V Lim Max: 14.490 V

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS**  
 CNPJ/CPF: 01.567.801/0001-43 - INSC. ESTADUAL 102105901  
 AVENIDA SANTANA, Q. O. L. O. S/N. - CAMPUS APARECIDA DE GOIANIA  
 POLO EMPRESARIAL GOIAS  
 CEP: 74000000 APARECIDA DE GOIANIA GO BRASIL  
 PERDAS DE TRANSFORMAÇÃO / RAMAL: 0 %

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b, 2024g)

Outro ponto importante é a verificação do período de correspondência da MM em relação à fatura de energia, esses períodos devem coincidir e estar dentro do mês civil correspondente, conforme mostrado na figura 11.

Figura 11: Período de leitura

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS -				13185429	(01/05/2024 00:00:00 até 31/05/2024 23:59:59)				
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh capacitivo recebido	
3	01/05/2024 00:15	Quarta	Reservado	4.935,00	0	0	0	0	0,482	

Data das Leituras	Leitura Anterior	Leitura Atual	Nº de Dias	Próxima Leitura
	01/05/2024	01/06/2024	31	01/07/2024

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b, 2024g)

### 3.3.2. Análise e Verificação do Consumo de Energia (kWh)

Para verificar os dados lançados como energia consumida em kWh, é necessário somar os valores obtidos na MM. Essa soma pode ser feita sem levar em consideração os

postos horários, confirmando o valor total ao considerar os três postos horários, conforme ilustrado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12: Somatório da energia na MM

	A	B	C	D	E
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429,01/05/2024 00:00				
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido
3	01/05/2024 00:15	Quarta	Reservado	4.935,00	19.740,00
4	01/05/2024 00:30	Quarta	Reservado	5.355,00	21.420,00
5	01/05/2024 00:45	Quarta	Reservado	4.410,00	17.640,00
6	01/05/2024 01:00	Quarta	Reservado	4.410,00	17.640,00
7	01/05/2024 01:15	Quarta	Reservado	4.935,00	19.740,00
8	01/05/2024 01:30	Quarta	Reservado	5.145,00	20.580,00
9	01/05/2024 01:45	Quarta	Reservado	4.305,00	17.220,00
10	01/05/2024 02:00	Quarta	Reservado	4.830,00	19.320,00
11	01/05/2024 02:15	Quarta	Reservado	4.620,00	18.480,00
12	01/05/2024 02:30	Quarta	Reservado	3.990,00	15.960,00
13	01/05/2024 02:45	Quarta	Reservado	4.305,00	17.220,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Figura 13: Somatório total da energia na fatura

Itens de fatura	Unid.	Quant.
<b>FORNECIMENTO</b>		
CONSUMO FP	kWh	10227,00
CONSUMO HR	kWh	2425,50
CONSUMO P	kWh	871,60
DEMANDA	kW	200,00
PARCELA TE FP	kWh	10227,00
PARCELA TE HR	kWh	2425,50
PARCELA TE P	kWh	871,60
<b>ITENS FINANCEIROS</b>		
COFINS (3,0%) LEI 9430(-)		
CSLL (1,0%) LEI 9430(-)		
IR LEI 9430(-)		
PIS/PASEP (0,65 %)LEI 9430(-)		

Fonte: (EQUATORIAL, 2024g)

Nesse caso, é realizada uma soma sem distinção de postos horários, resultando na energia total consumida pela UC. O valor da soma obtido pela MM foi de 13.518,12 kWh, enquanto pela fatura o valor foi de 13.524,10 kWh. Essa pequena diferença no consumo é comum, pois a concessionária utiliza registradores (números que o medidor de energia

usa para contabilizar a energia consumida ou injetada na rede) para gerar o insumo da UC. Portanto, pequenas variações não indicam necessariamente um erro no cálculo do consumo.

Além disso, a soma pode ser realizada de forma individual para cada posto horário, como demonstrado nas Figuras 14 e 15.

Figura 14: Somatório da energia em horário de ponta na MM

	A	B	C	D	E
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/05/2024 00:0				
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido
75	01/05/2024 18:15	Quarta	Ponta	4.200,00	16.800,00
76	01/05/2024 18:30	Quarta	Ponta	4.410,00	17.640,00
77	01/05/2024 18:45	Quarta	Ponta	4.305,00	17.220,00
78	01/05/2024 19:00	Quarta	Ponta	4.305,00	17.220,00
79	01/05/2024 19:15	Quarta	Ponta	4.305,00	17.220,00
80	01/05/2024 19:30	Quarta	Ponta	4.305,00	17.220,00
81	01/05/2024 19:45	Quarta	Ponta	4.410,00	17.640,00
82	01/05/2024 20:00	Quarta	Ponta	4.410,00	17.640,00
83	01/05/2024 20:15	Quarta	Ponta	4.515,00	18.060,00
84	01/05/2024 20:30	Quarta	Ponta	4.200,00	16.800,00
85	01/05/2024 20:45	Quarta	Ponta	4.200,00	16.800,00
86	01/05/2024 21:00	Quarta	Ponta	4.410,00	17.640,00
171	02/05/2024 18:15	Quinta	Ponta	3.675,00	14.700,00
172	02/05/2024 18:30	Quinta	Ponta	3.465,00	13.860,00
173	02/05/2024 18:45	Quinta	Ponta	3.360,00	13.440,00
174	02/05/2024 19:00	Quinta	Ponta	3.570,00	14.280,00
175	02/05/2024 19:15	Quinta	Ponta	3.465,00	13.860,00
176	02/05/2024 19:30	Quinta	Ponta	3.150,00	12.600,00
177	02/05/2024 19:45	Quinta	Ponta	3.150,00	12.600,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Figura 15: Energia em horário de ponta na fatura

Itens de fatura	Unid.	Quant.
<b>FORNECIMENTO</b>		
CONSUMO FP	kWh	10227,00
CONSUMO HR	kWh	2425,50
<b>CONSUMO P</b>	<b>kWh</b>	<b>871,60</b>
<b>DEMANDA</b>		
PARCELA TE FP	kWh	10227,00
PARCELA TE HR	kWh	2425,50
PARCELA TE P	kWh	871,60
<b>ITENS FINANCEIROS</b>		
COFINS (3,0%) LEI 9430(-)		
CSLL (1,0%) LEI 9430(-)		
IR LEI 9430(-)		
PIS/PASEP (0,65 %)LEI 9430(-)		

Fonte: (EQUATORIAL, 2024g)

Ao filtrar por postos horários, é necessário somar os valores de kWh para cada período específico. A comparação desses valores pode ser observada na Tabela 2:

Tabela 2: Comparação de kWh entre a MM e a fatura

Posto Horário	kWh (MM)	kWh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	871,60	960,75	10,22%
Fora de ponta	10.227,00	10.136,18	0,88%
Horário reservado	2.425,50	2.421,20	0,17%
Total	13.524,10	13.518,13	0,044%

Fonte: Autor

### 3.3.3. Análise e verificação da demanda (kW)

Diferente do consumo, na análise da demanda é necessário identificar o maior valor registrado na MM e compará-lo com os valores apresentados na fatura. Na Figura 16, é possível observar em qual coluna aplicar o filtro para encontrar o maior valor.

Figura 16: Demanda máxima na MM

	A	B	C	D	E	F
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/05/2024 00:00:00 até 31/05/2024 00:00:00)					
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo
3	01/05/2024 00:15	Quarta	Reservado	4.935,00	19.740,00	0
4	01/05/2024 00:30	Quarta	Reservado	5.355,00	21.420,00	105
5	01/05/2024 00:45	Quarta	Reservado	4.410,00	17.640,00	105
6	01/05/2024 01:00	Quarta	Reservado	4.410,00	17.640,00	105
7	01/05/2024 01:15	Quarta	Reservado	4.935,00	19.740,00	0
8	01/05/2024 01:30	Quarta	Reservado	5.145,00	20.580,00	105
9	01/05/2024 01:45	Quarta	Reservado	4.305,00	17.220,00	0
10	01/05/2024 02:00	Quarta	Reservado	4.830,00	19.320,00	0
11	01/05/2024 02:15	Quarta	Reservado	4.620,00	18.480,00	0
12	01/05/2024 02:30	Quarta	Reservado	3.990,00	15.960,00	0
13	01/05/2024 02:45	Quarta	Reservado	4.305,00	17.220,00	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

As demandas registradas na fatura podem ser observadas na Figura 17:

Figura 17: Demandas registradas na fatura

Histórico dos últimos meses			
MÊS	DEMANDA MEDIDA		
	PONTA	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE
JUN / 24	19,3200	76,4400	0,0000
MAI / 24	30,6600	88,2000	0,0000
ABR / 24	28,9800	92,8200	0,0000
MAR / 24	23,5200	63,8400	0,0000
FEV / 24	29,4000	112,1400	0,0000
JAN / 24	33,6000	126,4200	0,0000
DEZ / 23	41,5800	229,3200	0,0000
NOV / 23	64,6800	178,9200	0,0000
OUT / 23	0,0000	0,0000	0,0000
SET / 23	0,0000	0,0000	0,0000
AGO / 23	0,0000	0,0000	0,0000
JUL / 23	0,0000	0,0000	0,0000
JUN / 23	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: (EQUATORIAL, 2024g)

Neste contexto, a comparação entre as demandas registradas na MM e na fatura pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3: Comparação de kW entre a MM e a fatura

Posto Horário	kW (MM)	kW (Fatura)	Erro percentual
Ponta	19,3200	19,3200	0%
Fora de ponta	76,4400	76,4400	0%

Fonte: Autor

### 3.3.4. Análise e verificação da Ere (kvarh)

Para verificar se os valores de Ere lançados na fatura estão de acordo com os dados da MM, deve-se aplicar a mesma análise realizada para o consumo de energia (kWh), ou seja, somar os valores retornados na MM. Isso é necessário porque a Ere se refere ao consumo de energia reativa, que ocorre quando o fator de potência está abaixo do exigido pela ANEEL (ANEEL, 2021). Na Figura 18, é possível identificar o campo referente à Ere.

Figura 18: Ere na MM

1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)														P	Q	R	S	
2	Data	Dia	Postos horários	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	kVAr capacitivo recebido	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER	DMCR	Tensão (A)	Tensão (B)
3	#####	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0	191.100,00	189.420,00	192.360,00	360	306	360	-	-	-	113
4	#####	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.100,00	0	0	0	190.764,00	189.084,00	191.940,00	390	336	384	-	-	-	113
5	#####	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0	190.680,00	188.916,00	191.688,00	366	294	360	-	-	-	-
6	#####	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.520,00	0	0	0	190.260,00	188.664,00	191.520,00	384	336	384	0	0	-	-
7	#####	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.520,00	0	0	0	190.428,00	188.580,00	191.688,00	378	318	372	-	-	-	-
8	#####	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0	190.512,00	188.748,00	191.688,00	354	288	336	-	-	-	-
9	#####	Segunda	Reservado	13.440,00	0	2.100,00	0	0	0	190.764,00	188.832,00	192.024,00	366	294	348	-	-	-	-
10	#####	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0	191.016,00	189.084,00	192.192,00	348	288	342	0	0	-	113
11	#####	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.100,00	0	0	0	191.268,00	189.420,00	192.276,00	384	312	366	-	-	-	114
12	#####	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.100,00	0	0	0	191.520,00	189.756,00	192.528,00	342	282	342	-	-	-	113
13	#####	Segunda	Reservado	12.180,00	0	2.520,00	0	0	0	191.688,00	189.840,00	192.528,00	342	282	342	-	-	-	114
14	#####	Segunda	Reservado	13.440,00	0	1.680,00	0	0	0	191.604,00	189.840,00	192.444,00	360	318	354	0	0	-	113

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

No caso dessa UC, o consumo reativo excedente é zero, indicando que a instalação está em conformidade com os padrões exigidos pela ANEEL. Vale destacar que, na distribuidora Equatorial Goiás, o consumo e a demanda reativa aparecem apenas na memória de massa de demanda, ou seja, para verificar esses valores, é necessário solicitar a memória de massa de demanda e não a de consumo.

### 3.3.5. Análise e verificação Dre (kvar)

Em relação à análise do Dre, trata-se da demanda de energia reativa, que é analisada da mesma forma que a demanda de consumo. Essa cobrança só ocorre se a demanda reativa exceder a demanda de consumo e a demanda contratada (no caso de instalações rurais).

Nesse sentido, a Dre corresponde à máxima demanda reativa registrada durante o período. Anteriormente, a Dre era chamada de DMCR (Demanda Máxima Corrigida Registrada), mas agora passou a ser denominada Dre. No entanto, na MM, ainda aparece como DMCR. Na memória de massa, esse valor é apresentado conforme ilustrado na figura 19.

Figura 19: Dre na MM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 13185429 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																	
2	Data	Dia	Postos horários	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	kVAr capacitivo recebido	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER	DMCR	
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0	191.100,00	189.420,00	192.360,00	360	306	360	-	-	
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.100,00	0	0	0	190.764,00	189.084,00	191.940,00	390	336	384	-	-	
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	13.020,00	0	2.520,00	0	0	0	190.680,00	188.916,00	191.688,00	366	294	360	-	-	
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	14.700,00	0	2.520,00	0	0	0	190.260,00	188.664,00	191.520,00	384	336	384	0	0	
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.520,00	0	0	0	190.428,00	188.580,00	191.688,00	378	318	372	-	-	
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0	190.512,00	188.748,00	191.688,00	354	288	336	-	-	
9	01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	13.440,00	0	2.100,00	0	0	0	190.764,00	188.832,00	192.024,00	366	294	348	-	-	
10	01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.520,00	0	0	0	191.016,00	189.084,00	192.192,00	348	288	342	0	0	
11	01/07/2024 02:15	Segunda	Reservado	13.860,00	0	2.100,00	0	0	0	191.268,00	189.420,00	192.276,00	384	312	366	-	-	
12	01/07/2024 02:30	Segunda	Reservado	12.600,00	0	2.100,00	0	0	0	191.520,00	189.756,00	192.528,00	342	282	342	-	-	
13	01/07/2024 02:45	Segunda	Reservado	12.180,00	0	2.520,00	0	0	0	191.688,00	189.840,00	192.528,00	342	282	342	-	-	
14	01/07/2024 03:00	Segunda	Reservado	13.440,00	0	1.680,00	0	0	0	191.604,00	189.840,00	192.444,00	360	318	354	0	0	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

No caso dessa UC, como o fator de potência está dentro do esperado, não há registro de Dre.

### 3.4. Adequação dos termos na fatura

Com o objetivo de melhorar a eficiência energética, é fundamental realizar uma análise detalhada da fatura de energia elétrica em busca de oportunidades para reduzir o consumo. Nesse contexto, este tópico abordará a análise da demanda contratada, do fator de potência e do uso de banco de capacitores.

#### 3.4.1. Demanda contratada consumo (TUSDc) e Demanda contratada geração (TUSDg)

No caso da UC analisada, observa-se na Figura 20 um perfil em que a demanda de consumo é significativamente menor do que a demanda contratada, resultando em uma fatura mais elevada e inadequada em relação ao consumo real.



Figura 21: Fator de potência na MM

	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1							
2	Ang. Corrente (C)	Potência (A)	Potência (B)	Potência (C)	Fat. Potência (A)	Fat. Potência (B)	Fat. Potência (C)
3	140	130	17	15	16	1	-0,98
4	126	143	20	18	18	1	0,97
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-
12	119	119	17	15	15	-0,99	0,93
13	119	140	17	15	14	-0,99	0,93
14	140	119	16	15	15	-0,93	1
15	140	138	14	14	13	-0,94	1
16	140	138	14	13	12	1	1

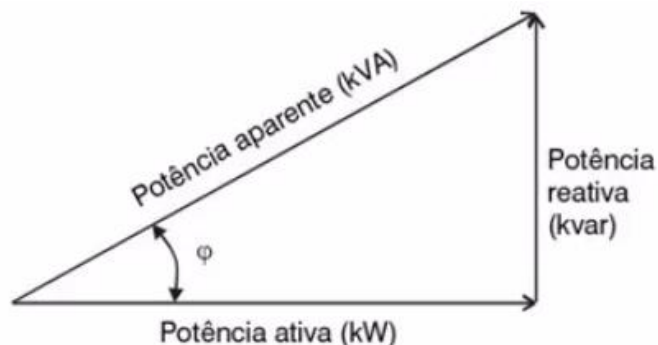
Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

### 3.4.3. Banco de Capacitores

Para o cálculo e ajuste da Ere e Dre, é necessário primeiro calcular o FP utilizando a equação 2. Após isso, deve-se determinar a quantidade de energia reativa capacitiva necessária para equilibrar o sistema e melhorar o FP. Esses valores podem ser obtidos diretamente a partir da MM, que fornece tanto o FP quanto a Ere.

Ao analisar o fator de potência, utiliza-se o triângulo de potências para realizar o ajuste. A partir do ângulo, como o cosseno desse ângulo corresponde ao fator de potência, é possível identificar a quantidade necessária de energia reativa capacitiva para corrigir o fator de potência e melhorar o ângulo (MAMEDE FILHO, 2017). O triângulo de potência está ilustrado na figura 22.

Figura 22: Triângulo de potências



Fonte: (MATTEDE, 2014)

### 3.5. Considerações finais

Este capítulo apresentou a metodologia adotada na análise das faturas de consumidores do Grupo A, com ênfase no uso da MM como uma ferramenta estratégica. As etapas descritas destacaram a importância do monitoramento detalhado das faturas de energia, visando aumentar a eficiência energética da instalação e verificar a conformidade dos valores apresentados na fatura.

## 4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, os conceitos teóricos apresentados anteriormente serão aplicados a duas unidades consumidoras, com uma análise detalhada das faturas, utilização de MM, considerando aspectos como consumo, demanda, Ere e Dre e cálculo de banco de capacitores, caso seja necessário.

### 4.1. Identificação dos termos na memória de massa da UC 10019669567

Após a solicitação da MM junto à concessionária de energia elétrica, o primeiro passo é a identificação dos termos no documento. A figura 23 apresenta um recorte da MM.

Figura 23: Recorte da MM referente à UC 10019669567

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/08/2024 00:00:00 até 31/08/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitiv o	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh capacitiv o recebido
3	01/08/2024 00:15	Quinta	Reservad o	36.400,00	2.800,00	0	0	0	0
4	01/08/2024 00:30	Quinta	Reservad o	35.000,00	2.800,00	0	0	0	0
5	01/08/2024 00:45	Quinta	Reservad o	36.400,00	4.200,00	0	0	0	0
6	01/08/2024 01:00	Quinta	Reservad o	35.000,00	2.800,00	0	0	0	0
7	01/08/2024 01:15	Quinta	Reservad o	35.000,00	4.200,00	0	0	0	0
8	01/08/2024 01:30	Quinta	Reservad o	35.000,00	2.800,00	0	0	0	0
9	01/08/2024 01:45	Quinta	Reservad o	35.000,00	4.200,00	0	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Na primeira linha, é possível identificar o nome da instalação, seguido pelo número do medidor e o período correspondente da MM. Logo abaixo, na segunda linha, estão descritos os tópicos que serão detalhados nas colunas. Observa-se que, na linha 2, coluna D, aparece o termo “kWh fornecido”, indicando que o documento se refere ao consumo e não à demanda.

Com base na equação 7, é possível realizar uma adaptação para determinar a demanda solicitada pela instalação. Além disso, é possível entrar em contato com a concessionária para solicitar a MM referente à demanda. O cálculo pode ser feito da seguinte maneira:

$$Energia (kWh) = Demanda (kW) * \Delta t (h)$$

$$36,400 = Demanda (kW) * 0,25 (h)$$

$$Demanda = 145,6 kW$$

Neste cálculo, é importante destacar que, como o software de MM da Equatorial Goiás é desenvolvido em inglês, é necessário substituir o ponto pela vírgula e vice-versa (para esse ajuste, basta dividir os valores por 1000) (CAS TECNOLOGIA, 1967). Além disso, no que se refere à variação de tempo, deve-se utilizar um quarto de hora, uma vez que a MM segue o padrão regulamentado de intervalos de 15 minutos (ANEEL, 2021).

Para otimizar as análises, o cálculo pode ser realizado no excel, como ilustrado na figura 24 a seguir:

Figura 24: Demanda calculada na MM da UC 10019669567

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/08/2024 00:00:00 até 31/08/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido
3	01/08/2024 00:15	Quinta	Reservado	36.400,00	=D3*4	2.800,00	0	0	0
4	01/08/2024 00:30	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	2.800,00	0	0	0
5	01/08/2024 00:45	Quinta	Reservado	36.400,00	145.600,00	4.200,00	0	0	0
6	01/08/2024 01:00	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	2.800,00	0	0	0
7	01/08/2024 01:15	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	4.200,00	0	0	0
8	01/08/2024 01:30	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	2.800,00	0	0	0
9	01/08/2024 01:45	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	4.200,00	0	0	0
10	01/08/2024 02:00	Quinta	Reservado	35.000,00	140.000,00	1.400,00	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Na figura 24, é possível perceber que foi acrescentada uma coluna na MM, denominada “kW fornecido”, para o cálculo da demanda. O cálculo foi realizado utilizando a lógica da equação 7.

#### 4.1.1. Verificação do Período de Faturamento e da UC 10019669567 na MM e na Fatura

A figura 25 ilustra a comparação entre a MM e a fatura de energia, permitindo verificar se o número do medidor (sem o dígito) é o mesmo, confirmando se ambos os documentos correspondem à mesma instalação. Além disso, para essa verificação, a figura 26 mostra o nome da unidade consumidora.



Figura 28: Somatório da energia em horário de ponta na MM da UC 10019669567

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)							
2	Data	Dia	Postos horário:	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitiv o	kWh recebid
75	01/07/2024 18:15	Segunda	Ponta	51.800,00	207.200,00	4.200,00	0	0
76	01/07/2024 18:30	Segunda	Ponta	53.200,00	212.800,00	1.400,00	0	0
77	01/07/2024 18:45	Segunda	Ponta	50.400,00	201.600,00	1.400,00	0	0
78	01/07/2024 19:00	Segunda	Ponta	50.400,00	201.600,00	1.400,00	0	0
79	01/07/2024 19:15	Segunda	Ponta	46.200,00	184.800,00	0	0	0
80	01/07/2024 19:30	Segunda	Ponta	46.200,00	184.800,00	0	0	0
81	01/07/2024 19:45	Segunda	Ponta	46.200,00	184.800,00	0	0	0
82	01/07/2024 20:00	Segunda	Ponta	44.800,00	179.200,00	1.400,00	0	0
83	01/07/2024 20:15	Segunda	Ponta	42.000,00	168.000,00	1.400,00	0	0
84	01/07/2024 20:30	Segunda	Ponta	42.000,00	168.000,00	1.400,00	0	0
85	01/07/2024 20:45	Segunda	Ponta	42.000,00	168.000,00	2.800,00	0	0
86	01/07/2024 21:00	Segunda	Ponta	39.200,00	156.800,00	1.400,00	0	0
171	02/07/2024 18:15	Terça	Ponta	57.400,00	229.600,00	1.400,00	0	0
172	02/07/2024 18:30	Terça	Ponta	57.400,00	229.600,00	0	0	0
173	02/07/2024 18:45	Terça	Ponta	56.000,00	224.000,00	1.400,00	0	0
174	02/07/2024 19:00	Terça	Ponta	53.200,00	212.800,00	1.400,00	1.400,00	0
175	02/07/2024 19:15	Terça	Ponta	53.200,00	212.800,00	2.800,00	0	0
176	02/07/2024 19:30	Terça	Ponta	51.800,00	207.200,00	1.400,00	0	0
177	02/07/2024 19:45	Terça	Ponta	49.000,00	196.000,00	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Na figura 28, é possível observar que a coluna C foi filtrada para o posto horário de ponta. Dessa forma, ao somar a energia na coluna D, o resultado refere-se ao consumo da instalação no horário de ponta. Após esse procedimento, deve-se repeti-lo para os horários de fora de ponta e reservado.

Na fatura de energia, deve-se comparar o resultado obtido da soma das energias na MM com o consumo informado pela distribuidora. A figura 29, a seguir, apresenta o consumo informado pela distribuidora.

Figura 29: Energia fornecida a UC 10019669567

Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)
<b>FORNECIMENTO</b>				
AD. BAND. AMARELA EN. ATIVA FORN. P - PARC.	kWh	14242,20	0,024532	349,39
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TUSD	kWh	39340,00	0,127322	5.008,85
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TUSD	kWh	25760,00	0,127322	3.279,81
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TUSD	kWh	14484,40	2,045578	29.628,97
<b>DEMANDA</b>				
ENERGIA INJETADA FP - TUSD	kWh	39340,00	0,127322	-5.008,85
ENERGIA INJETADA FP - TE	kWh	39340,00	0,349446	-13.747,21
ENERGIA INJETADA HR - TUSD	kWh	25760,00	0,127322	-3.279,81
ENERGIA INJETADA HR - TE	kWh	25760,00	0,349446	-9.001,73
ENERGIA INJETADA P - TUSD	kWh	242,20	2,045578	-495,44
ENERGIA INJETADA P - TE	kWh	242,20	0,547972	-132,72
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TE	kWh	39340,00	0,349446	13.747,21
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TE	kWh	25760,00	0,349446	9.001,73
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TE	kWh	14484,40	0,547972	7.937,05
UFER FP	kVArh	1120,00	0,367458	411,55

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Após a identificação dos insumos retornados pela MM e pela fatura, deve-se realizar a comparação para verificar os valores registrados. Nesse sentido, a tabela 4 foi criada.

Tabela 4: Comparação de kWh entre a MM e a fatura para a UC 10019669567

Posto Horário	kWh (MM)	kWh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	14.484,40	14.484,40	0%
Fora de ponta	39.376,40	39.340,00	0,092%
Horário reservado	26.035,80	25.760,00	1,05%
Total	79.896,60	79.584,40	0,39%

Fonte: Autor

Dessa forma, é possível constatar que os valores da fatura e da memória de massa são condizentes, apesar da diferença de 312,2 kWh (0,39%). Isso ocorre porque, na fatura de energia, os dados são obtidos por meio dos registradores dos medidores de energia, enquanto na memória de massa os insumos são coletados diretamente pelo medidor. Pequenas diferenças entre essas verificações são comuns.

#### 4.1.3. Análise da geração de energia na UC 10019669567

Nesta unidade consumidora, há geração distribuída, que pode ser analisada juntamente com a MM. O valor correspondente pode ser obtido na MM pela coluna indicada na figura 30.

Figura 30: Energia recebida da UC 10019669567 na MM

Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
							kVArh capacitivo	kWh recebido
Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	indutivo			
01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	4.200,00		0	0
01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	4.200,00		0	0
01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00		0	0
01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 02:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 02:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00		0	0
01/07/2024 02:45	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00		0	0
01/07/2024 03:00	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00		0	0
01/07/2024 03:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00		0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

O valor gerado pode ser identificado na fatura de energia no campo indicado na figura 31.

Figura 31: Energia recebida da UC 10019669567 na fatura

Grandezas	Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const Medidor	Consumo kWh	Medidor
ENERGIA ATIVA - KWH	PONTA	405433	415779	1,400000	14484,4	11957008-4
ENERGIA ATIVA - KWH	FORA PONTA	012082	012363	140,000000	39340	11957008-4
ENERGIA ATIVA - KWH	RESERVADO	007017	007201	140,000000	25760	11957008-4
DEMANDA - KW	PONTA	003409	003459	5,600000	280	11957008-4
DEMANDA - KW	FORA PONTA	007653	008372	5,600000	386	11957008-4
DEMANDA - KW	RESERVADO	001493	001561	5,600000	380,8	11957008-4
UFER	PONTA	001372	001372	1,400000	0	11957008-4
UFER	FORA PONTA	000598	000606	140,000000	1120	11957008-4
UFER	RESERVADO	000000	000000	140,000000	0	11957008-4
DMCR	PONTA	013073	013250	1,400000	247,8	11957008-4
DMCR	FORA PONTA	016443	017136	1,400000	395	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	PONTA	000000	000000	1,400000	0	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	FORA PONTA	014394	014834	140,000000	61600	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	RESERVADO	000000	000000	140,000000	0	11957008-4
DEMANDA GERAÇÃO - KW	PONTA					11957008-4

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Nesse caso, a energia gerada está concentrada inteiramente no horário fora ponta, devido à geração ser de fonte solar.

Para fins de comparação, foi criada a tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Comparação de geração entre a MM e a fatura para a UC 10019669567

<b>Posto Horário</b>	<b>kWh (MM)</b>	<b>kWh (Fatura)</b>	<b>Erro percentual</b>
Ponta	0	0	0%
Fora de ponta	56.868,00	61.600,00	8,32%
Horário reservado	0	0	0%
Total	56.868,00	61.600,00	8,32%

Fonte: Autor

Ao realizar uma análise entre os valores obtidos na MM e na fatura, observa-se que o valor da fatura é 4.732 kWh (8,32%) maior, o que não é uma diferença comum. Nesse caso, é recomendável entrar em contato com a distribuidora para solicitar a verificação dos dados na fatura (EQUATORIAL - VALOR DA CONTA, 2024).

#### **4.1.4. Análise e verificação da demanda na UC 10019669567**

Na análise de demanda, deve-se considerar a maior demanda por posto horário apresentada na fatura de energia. A figura 32 ilustra como foi realizada a coleta desse dado.

Figura 32: Demanda fornecida na MM a UC 10019669567

Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1			1		2			
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	4.200,00	0	0
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	4.200,00	0	0
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0
9	01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00	0	0
10	01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
11	01/07/2024 02:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
12	01/07/2024 02:30	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00	0	0
13	01/07/2024 02:45	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
14	01/07/2024 03:00	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	4.200,00	0	0
15	01/07/2024 03:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
16	01/07/2024 03:30	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
17	01/07/2024 03:45	Segunda	Reservado	29.400,00	117.600,00	2.800,00	0	0
18	01/07/2024 04:00	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0
19	01/07/2024 04:15	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	1.400,00	0	0
20	01/07/2024 04:30	Segunda	Reservado	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0
21	01/07/2024 04:45	Segunda	Reservado	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

A figura 32 destaca, na numeração “1”, o filtro aplicado para o posto horário, enquanto na numeração “2” é selecionada a máxima demanda daquele período. Em seguida, a análise foi repetida para os demais horários.

Nesse contexto, para verificar os valores retornados na fatura, é possível identificar a demanda registrada pela concessionária na figura 33.

Figura 33: Demanda fornecida na fatura a UC 10019669567

Histórico dos últimos meses								
MÊS	DEMANDA MEDIDA			CONSUMO FATURADO			HORÁRIO RESERVADO	
	PONTA	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	PONTA/TOT	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	CONSUMO	REATIVO EXCEDENTE
AGO / 24	280,0000	386,0000	0,0000	14484,40	39340,00	1120,00	25760,00	0,00
JUL / 24	246,4000	313,6000	0,0000	10134,60	32480,00	280,00	24080,00	0,00
JUN / 24	627,2000	738,6667	57,6000	15803,20	37800,00	1706,60	24920,00	0,00
MAI / 24	677,6000	767,0000	0,0000	19784,80	63000,00	5601,40	25200,00	0,00
ABR / 24	571,2000	705,6000	0,0000	16881,20	62720,00	2672,60	26320,00	0,00
MAR / 24	543,2000	638,0000	0,0000	13505,80	48020,00	3228,40	22400,00	0,00
FEV / 24	677,6000	795,0000	0,0000	18328,80	73780,00	2948,40	26600,00	0,00
JAN / 24	644,0000	812,0000	0,0000	18635,40	64960,00	8458,80	32200,00	0,00
DEZ / 23	716,8000	980,0000	0,0000	21012,60	111160,00	11071,20	29120,00	0,00
NOV / 23	756,0000	957,6000	0,0000	21081,20	85680,00	4513,60	26180,00	0,00
OUT / 23	705,6000	862,4000	0,0000	15219,40	57540,00	2520,00	25340,00	0,00
SET / 23	336,0000	677,6000	0,0000	15373,40	45640,00	1400,00	26740,00	0,00
AGO / 23	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	841,40	0,00	0,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Ao filtrar a memória de massa para o horário de ponta, o valor correspondia ao apresentado na fatura. No entanto, ao filtrar para o horário de fora de ponta, foi identificado um intervalo de 15 minutos com uma demanda significativamente maior do que a registrada na fatura, conforme ilustrado na figura 34.

Figura 34: Demanda estourada na fatura da UC 10019669567

	A	B	C	D	F	G	H	I	
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW forneci	kVArh indutivo	kVArh capacitiv	kWh recebido	
1896	20/07/2024 17:30	Sábado	Fora Ponta	1.006.600,00	4.026.400,00	78.400,00	0	-749.000,00	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Foi identificada uma demanda de 4026,40 kW, enquanto o valor registrado na fatura é de 386 kW, com uma demanda contratada de 900 kW. Nesse caso, é provável que tenha ocorrido algum problema na rede durante esse horário, como uma elevação repentina de tensão, uma explosão de transformador ou até mesmo uma descarga elétrica. Como esse valor de demanda não foi incluído na fatura, não há motivo para questionar a distribuidora de energia. Muito provavelmente, a equipe de faturamento da distribuidora identificou a anomalia e realizou a correção, evitando prejuízos ao cliente.

Para fins de comparação das demandas informadas na fatura, a tabela 6 apresenta os valores registrados da demanda na fatura e na MM.

Tabela 6: Comparação de kW entre a MM e a fatura para a UC 10019669567

Posto Horário	kW (MM)	kW (Fatura)	Erro percentual
Ponta	280,0000	280,0000	0
Fora de ponta	4026,4000	386,0000	90,41%

Fonte: Autor

Ao analisar as demais demandas no horário fora ponta, as cinco maiores demandas registradas estão apresentadas na figura 35.

Figura 35: Demanda máxima na fatura da UC 10019669567

	A	B	C	D	F	G	H	I	
1	Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVArh capacitiv	kWh recebido	
1227	13/07/2024 18:15	Sábado	Fora Ponta	112.000,00	448.000,00	57.400,00	0	0	
1228	13/07/2024 18:30	Sábado	Fora Ponta	114.800,00	459.200,00	56.000,00	0	0	
1229	13/07/2024 18:45	Sábado	Fora Ponta	114.800,00	459.200,00	54.600,00	0	0	
1230	13/07/2024 19:00	Sábado	Fora Ponta	116.200,00	464.800,00	56.000,00	0	0	
1231	13/07/2024 19:15	Sábado	Fora Ponta	110.600,00	442.400,00	53.200,00	0	0	
1233	13/07/2024 19:45	Sábado	Fora Ponta	110.600,00	442.400,00	53.200,00	0	0	
1896	20/07/2024 17:30	Sábado	Fora Ponta	1.006.600,00	4.026.400,00	78.400,00	0	-749.000,00	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Nesse cenário, destaca-se que, mesmo considerando um número maior de demandas, todas continuam sendo superiores ao valor informado pela distribuidora na fatura, reforçando a premissa de que houve um ajuste no faturamento. Excluindo a última demanda, todas as demais estão de acordo com o consumo da instalação, ou seja, inicialmente deveria constar na fatura o valor de 442,40 kW. No caso dessa UC, o contrato de demanda do cliente é de 900 kW, sendo este um cliente da categoria A4, Poder Público. Nesse caso, o valor cobrado é o contratado, não gerando prejuízos financeiros nem para a distribuidora, nem para o cliente. Recomenda-se, no entanto, entrar em contato com a distribuidora para solicitar uma inspeção no sistema de medição, a fim de evitar possíveis erros de faturamento. A figura 36 ilustra o valor do contrato cobrado na fatura.

Figura 36: Demanda contratada na fatura da UC 10019669567

Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/COFINS	Base Calc. ICMS (R\$)	Aliquota. ICMS (R\$)	ICMS	Tarifa unit. (R\$)	Tributo	Base (R\$)	Aliquota (%)	Valor (R\$)
<b>FORNECIMENTO</b>													
AD. BANDO AMARELA EN. ATIVA FORN. P - PARC.	kWh	14242,20	0,024532	349,39	14,55	349,39	19%	66,38	0,018850	PIS/PASEP	54464,11	0,9165%	499,16
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TUSD	kWh	39340,00	0,127322	5.008,85	208,57	5008,85	19%	951,68	0,097830	ICMS	67239,66	19%	12775,5
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TUSD	kWh	25760,00	0,127322	3.279,81	136,57	3279,81	19%	623,16	0,097830	COFINS	54464,11	4,2243%	2300,73
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TUSD	kWh	14884,40	2,045578	29.628,97	1233,77	29628,97	19%	5629,5	1,571740				
<b>DEMANDA</b>	<b>kW</b>	<b>900,00</b>	<b>0,000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>1230,09</b>	<b>29540,96</b>	<b>19%</b>	<b>5612,76</b>	<b>25,220000</b>				
ENERGIA INJETADA FP - TUSD	kWh	39340,00	0,127322	-5.008,85	-208,57	-5008,85	19%	-951,68	-0,097830				
ENERGIA INJETADA FP - TE	kWh	39340,00	0,349446	-13.747,21	-572,44	-13747,21	19%	-2611,97	0,268500				
ENERGIA INJETADA HR - TUSD	kWh	25760,00	0,127322	-3.279,81	-136,57	-3279,81	19%	-623,16	0,097830				
ENERGIA INJETADA HR - TE	kWh	25760,00	0,349446	-9.001,73	-374,84	-9001,73	19%	-170,33	0,268500				
ENERGIA INJETADA P - TUSD	kWh	242,20	2,045578	-495,44	-20,63	-495,44	19%	-94,13	1,571740				
ENERGIA INJETADA P - TE	kWh	242,20	0,547972	-132,72	-5,53	-132,72	19%	-25,22	0,421040				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TE	kWh	39340,00	0,349446	13.747,21	572,44	13747,21	19%	2611,97	0,268500				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TE	kWh	25760,00	0,349446	9.001,73	374,84	9001,73	19%	170,33	0,268500				
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TE	kWh	14884,40	0,547972	7.937,05	330,5	7937,05	19%	1508,04	0,421040				
UFEN FP	kWh	1120,00	0,367458	411,55	17,14	411,55	19%	78,19	0,282340				
<b>ITENS FINANCEIROS</b>													
COFINS (3,0%) LEI 9430(-)				-2.017,19									
CSLL (1,0%) LEI 9430(-)				-672,39									
CONTRIB. ILLUM. PÚBLICA - MUNICIPAL				10,27									
IR LEI 9430(-)				-1870,34									
											<b>Grandezas Contratadas</b>		
											<b>DEMANDA - kW</b>		<b>900</b>

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Considerando o histórico de faturas dos últimos 6 meses, é possível identificar que a unidade consumidora tem uma média de 591,4777 kW, e a demanda máxima registrada nesse período foi de 767 kW. Portanto, é recomendável ajustar a demanda, visto que o cliente não é sazonal e deve manter o padrão de consumo dos últimos meses. A demanda pode ser reajustada para 770 kW, por exemplo, o que resultaria em uma redução de 130 kW e uma economia de R\$ 4.267,01.

Além disso, recomenda-se a contratação da demanda de geração, sendo o principal motivo para contratar a demanda de geração é que, se a demanda de consumo foi aumentada devido à necessidade de maior demanda pelo sistema de geração de energia, a partir de 2024 será possível contratar a TUSDg e, conseqüentemente, reduzir a TUSDc. Isso resultará em maior economia, já que a demanda de geração tem um custo equivalente à metade do valor da demanda de consumo (ANEEL, 2023a).

#### 4.1.5. Análise da Ere e Dre na UC 10019669567

Na análise da Ere deve-se somar os valores identificados na MM, divididos por posto horário, e compará-los com os informados na fatura. Na MM, é possível identificar o filtro do posto horário e a coluna onde a soma deve ser realizada, conforme mostrado na figura 37.

Figura 37: Ere na MM da UC 10019669567

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																
2	Data	Dia	Postos horários	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitiv o	kW recebid	kVAr indutivo recebid	kVAr capacitiv recebid	Va	Vb	Vc	la	lb	lc	UFER	DMCR
27	01/07/2024 06:15	Segunda	Fora Ponta	128.800,00	5.600,00	0	0	0	0	94.640,00	94.920,00	95.060,00	0	0	0	0	0
28	01/07/2024 06:30	Segunda	Fora Ponta	123.200,00	5.600,00	0	0	0	0	93.940,00	94.080,00	94.360,00	0	0	0	0	0
29	01/07/2024 06:45	Segunda	Fora Ponta	128.800,00	0	0	0	0	0	94.080,00	94.080,00	94.640,00	0	0	0	0	0
30	01/07/2024 07:00	Segunda	Fora Ponta	128.800,00	11.200,00	0	0	0	0	93.660,00	94.080,00	94.220,00	0	0	0	0	0
31	01/07/2024 07:15	Segunda	Fora Ponta	123.200,00	11.200,00	0	0	0	0	93.240,00	93.520,00	93.660,00	0	0	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Por outro lado, é possível identificar o lançamento na fatura conforme mostrado na figura 38.

Figura 38: Ere na fatura da UC 10019669567

Histórico dos últimos meses								
MÊS	DEMANDA MEDIDA			CONSUMO FATURADO			HORÁRIO RESERVADO	
	PONTA	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	PONTA/TOT	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	CONSUMO	REATIVO EXCEDENTE
AGO / 24	280,0000	385,0000	0,0000	14484,40	39340,00	1120,00	25760,00	0,00
JUL / 24	246,4000	313,6000	0,0000	10134,60	32480,00	280,00	24080,00	0,00
JUN / 24	627,2000	738,6667	57,6000	15803,20	37800,00	1706,60	24920,00	0,00
MAI / 24	677,6000	767,0000	0,0000	19784,80	63000,00	5601,40	25200,00	0,00
ABR / 24	571,2000	705,6000	0,0000	16881,20	62720,00	2672,60	26320,00	0,00
MAR / 24	543,2000	638,0000	0,0000	13505,80	48020,00	3228,40	22400,00	0,00
FEV / 24	677,6000	795,0000	0,0000	18328,80	73780,00	2948,40	26600,00	0,00
JAN / 24	644,0000	812,0000	0,0000	18635,40	64960,00	8458,80	32200,00	0,00
DEZ / 23	716,8000	980,0000	0,0000	21012,60	11160,00	11071,20	29120,00	0,00
NOV / 23	756,0000	957,6000	0,0000	21081,20	85680,00	4513,60	26180,00	0,00
OUT / 23	705,6000	862,4000	0,0000	15219,40	57540,00	2520,00	25340,00	0,00
SET / 23	336,0000	677,6000	0,0000	15373,40	45640,00	1400,00	26740,00	0,00
AGO / 23	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	841,40	0,00	0,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Dessa forma, a tabela 7 foi elaborada para comparar os valores retornados na MM e na fatura de energia.

Tabela 7: Comparação da Ere entre a MM e a fatura para a UC 10019669567

Posto Horário	kvarh (MM)	kvarh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	0	0	0
Fora de ponta	1.174,28	1.120,00	4,62%
Horário reservado	0	0	0
Total	1.174,28	1.120,00	4,62%

Fonte: Autor

É possível perceber uma grande coerência entre os valores registrados na MM e na fatura de energia, com uma pequena diferença de 54,28 kvarh (4,62%), considerada normal. No caso da medição da energia reativa, não há divergências significativas.

Para verificar a demanda reativa na UC, é necessário identificar o campo denominado DMCR, que agora passou a ser chamado de Dre. No entanto, na MM, o nome antigo ainda é utilizado, conforme mostrado na figura 39.

Figura 39: Dre na MM da UC 10019669567

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																
2	Data	Dia	Postos horário	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	kVAr capacitivo recebido	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER	DMCR
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	123.200,00	16.800,00	0	0	0	0	95.760,00	95.900,00	96.320,00	0	0	0	0	-
4	01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	128.800,00	11.200,00	0	0	0	0	95.760,00	95.760,00	95.900,00	0	0	0	0	-
5	01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	128.800,00	11.200,00	0	0	0	0	95.760,00	95.760,00	96.460,00	0	0	0	0	-
6	01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	123.200,00	16.800,00	0	0	0	0	95.760,00	95.760,00	96.600,00	0	0	0	0	0
7	01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	123.200,00	11.200,00	0	0	0	0	95.760,00	95.900,00	96.460,00	0	0	0	0	-
8	01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	128.800,00	11.200,00	0	0	0	0	95.620,00	95.760,00	95.900,00	0	0	0	0	-

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Na fatura, o Dre pode ser conferido no campo indicado na figura 40 a seguir.

Figura 40: Dre na fatura da UC 10019669567

Grandezas	Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const Medidor	Consumo kWh	Medidor
ENERGIA ATIVA - KWH	PONTA	405433	415779	1,400000	14484,4	11957008-4
ENERGIA ATIVA - KWH	FORA PONTA	012082	012363	140,000000	39340	11957008-4
ENERGIA ATIVA - KWH	RESERVADO	007017	007201	140,000000	25760	11957008-4
DEMANDA - KW	PONTA	003409	003459	5,600000	280	11957008-4
DEMANDA - KW	FORA PONTA	007653	008372	5,600000	386	11957008-4
DEMANDA - KW	RESERVADO	001493	001561	5,600000	380,8	11957008-4
UFER	PONTA	001372	001372	1,400000	0	11957008-4
UFER	FORA PONTA	000598	000606	140,000000	1120	11957008-4
UFER	RESERVADO	000000	000000	140,000000	0	11957008-4
DMCR	PONTA	013073	013250	1,400000	247,8	11957008-4
DMCR	FORA PONTA	016443	017136	1,400000	395	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	PONTA	000000	000000	1,400000	0	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	FORA PONTA	014394	014834	140,000000	61600	11957008-4
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	RESERVADO	000000	000000	140,000000	0	11957008-4
DEMANDA GERAÇÃO - KW	PONTA					11957008-4

Fonte: (EQUATORIAL, 2024i)

Para a comparação dos valores registrados, foi criada a tabela 8.

Tabela 8: Comparação de Dre entre a MM e a fatura para a UC 10019669567

Posto Horário	kvar (MM)	kvar (Fatura)	Erro percentual
Ponta	0	247,8000	-
Fora de ponta	468,8903	395,0000	15,75%

Fonte: Autor

Nesse caso, é possível identificar o registro de Dre tanto na MM quanto na fatura, embora os valores não sejam completamente compatíveis entre si, apesar de a diferença não ser significativa. Essa variação pode ser decorrente de erros nos parâmetros do medidor de energia, sendo recomendável a substituição do equipamento para garantir uma cobrança justa pela distribuidora e um pagamento justo pelo cliente. No entanto, esses valores não oneram nem a distribuidora nem o cliente, pois a unidade consumidora possui uma demanda contratada maior que a demanda registrada (ANEEL, 2021).

#### **4.1.6. Banco de capacitores para UC 10019669567**

Para a análise do banco de capacitores com o objetivo de zerar a energia reativa e gerar economia para a unidade consumidora, pode-se utilizar tanto a memória de massa quanto a fatura de energia. A importância da MM é destacada, pois ela fornece o resumo da energia a cada 15 minutos, permitindo a programação do banco de capacitores para injetar energia reativa capacitiva na rede. Dessa forma, o fator de potência pode ser mantido, no mínimo, dentro do recomendado (menor que 0,92 capacitivo no período de 23h30 a 6h30, ou menor que 0,92 indutivo fora desse intervalo).

Nesse caso, será considerado o banco de capacitores injetando energia no início da instalação. Será realizada uma análise específica para a energia reativa registrada na fatura.

Para o cálculo do banco de capacitores, é necessário identificar na MM o termo kvarh indutivo, a fim de determinar o fator de potência e, em seguida, calcular a Ere. A identificação será separada entre os horários de ponta e fora de ponta, sendo que o valor do horário reservado será somado ao fora de ponta. Isso pode ser visualizado na figura 41.

Figura 41: kvarh na MM da UC 10019669567 para o cálculo de FP

Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																		
Data	Dia	Postos	kWh fornecido	kWh fornecido	kVarh indutivo	kVarh capacitivo	kWh recebido	kVarh indutivo	kVarh capacitivo	Vah	Vbh	Vch	Iah	Ibh	Ich	Tensão (A)	Tensão (B)	
27	01/07/2024 06:15	Segunda	Fora Ponta	32.200,00	128.800,00	1.400,00	0	0	0	0	23.660,00	23.730,00	23.765,00	0	0	0	112	1:
28	01/07/2024 06:30	Segunda	Fora Ponta	30.800,00	123.200,00	1.400,00	0	0	0	0	23.485,00	23.520,00	23.590,00	0	0	0	112	1:
29	01/07/2024 06:45	Segunda	Fora Ponta	32.200,00	128.800,00	0	0	0	0	0	23.520,00	23.520,00	23.660,00	0	0	0	112	1:
30	01/07/2024 07:00	Segunda	Fora Ponta	32.200,00	128.800,00	2.800,00	0	0	0	0	23.415,00	23.520,00	23.555,00	0	0	0	111	1:
31	01/07/2024 07:15	Segunda	Fora Ponta	30.800,00	123.200,00	2.800,00	0	0	0	0	23.310,00	23.380,00	23.415,00	0	0	0	111	1:
32	01/07/2024 07:30	Segunda	Fora Ponta	26.600,00	106.400,00	1.400,00	0	0	0	0	23.275,00	23.275,00	23.310,00	0	0	0	110	1:
33	01/07/2024 07:45	Segunda	Fora Ponta	22.400,00	89.600,00	1.400,00	0	0	0	0	23.205,00	23.275,00	23.310,00	0	0	0	111	1:
34	01/07/2024 08:00	Segunda	Fora Ponta	12.600,00	50.400,00	1.400,00	0	0	0	0	23.380,00	23.450,00	23.485,00	0	0	0	112	1:
35	01/07/2024 08:15	Segunda	Fora Ponta	12.600,00	50.400,00	2.800,00	0	0	0	0	23.520,00	23.590,00	23.625,00	0	0	0	112	1:
36	01/07/2024 08:30	Segunda	Fora Ponta	4.200,00	16.800,00	5.600,00	0	0	0	0	23.485,00	23.520,00	23.590,00	0	0	0	111	1:
37	01/07/2024 08:45	Segunda	Fora Ponta	2.800,00	11.200,00	9.800,00	0	0	0	0	23.345,00	23.450,00	23.555,00	0	0	0	112	1:
38	01/07/2024 09:00	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	1.400,00	0	8.400,00	0	7.000,00	23.555,00	23.660,00	23.730,00	0	0	0	113	1:
39	01/07/2024 09:15	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	12.600,00	0	11.200,00	23.555,00	23.660,00	23.730,00	0	0	0	112	1:
40	01/07/2024 09:30	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	22.400,00	0	8.400,00	23.590,00	23.695,00	23.730,00	0	0	0	112	1:
41	01/07/2024 09:45	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	21.000,00	0	11.200,00	23.520,00	23.555,00	23.660,00	0	0	0	112	1:
42	01/07/2024 10:00	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	37.800,00	0	9.800,00	23.520,00	23.590,00	23.695,00	0	0	0	112	1:
43	01/07/2024 10:15	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	42.000,00	0	14.000,00	23.450,00	23.520,00	23.520,00	0	0	0	112	1:
44	01/07/2024 10:30	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	49.000,00	0	9.800,00	23.520,00	23.520,00	23.555,00	0	0	0	112	1:
45	01/07/2024 10:45	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	49.000,00	0	14.000,00	23.520,00	23.520,00	23.590,00	0	0	0	112	1:
46	01/07/2024 11:00	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	57.400,00	0	9.800,00	23.485,00	23.520,00	23.555,00	0	0	0	112	1:
47	01/07/2024 11:15	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	60.200,00	0	9.800,00	23.380,00	23.485,00	23.520,00	0	0	0	112	1:
48	01/07/2024 11:30	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	64.400,00	0	9.800,00	23.485,00	23.520,00	23.520,00	0	0	0	112	1:
49	01/07/2024 11:45	Segunda	Fora Ponta	0	0,00	0	0	70.000,00	0	11.200,00	23.520,00	23.520,00	23.660,00	0	0	0	112	1:

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Cálculo do fator de potência para a Ere através da eq. 2 para horário de ponta.

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{14.484,40}{\sqrt{14.484,40^2 + 452^2}}$$

$$fp = 0,999 \text{ indutivo}$$

Cálculo do fator de potência para a Ere através da eq. 2 para horário fora de ponta.

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{65.412,2}{\sqrt{65.412,2^2 + 8009,4^2}}$$

$$fp = 0,992 \text{ indutivo}$$

Na análise do fator de potência global da instalação, constatou-se que ele está em conformidade com a Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 (ANEEL, 2021). No entanto, como o fator de potência é registrado em intervalos de 15 minutos, a MM

evidencia que, em alguns momentos, esse fator fica abaixo do limite, conforme mostrado na figura 42.

Figura 42: FP na MM da UC 10019669567

Consumo - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 11957008 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																		
S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	
Tensão (A)	Tensão (B)	Tensão (C)	Ang.tensã o (A)	Ang.tensã o (B)	Ang.tensã o (C)	Corrente (A)	Corrente (B)	Corrente (C)	Ang. Corrente (A)	Ang. Corrente (B)	Ang. Corrente (C)	Potência (A)	Potência (B)	Potência (C)	Fat. Potência (A)	Fat. Potência (B)	Fat. Potência (C)	
112	112	113	0	240	120	0,37	0,36	0,34	0	240	120	40	39	37	1	1	1	
112	112	112	0	242	120	0,3	0,29	0,29	180	62	300	-32	-31	-29	1	1	1	
111	111	112	0	241	121	0,24	0,22	0,22	180	61	301	-25	-23	-20	1	1	1	
111	111	112	0	247	124	0,2	0,16	0,19	205	67	341	-19	-15	-17	0,9	1	1	0,79
111	112	112	0	241	120	0,16	0,14	0,15	180	61	331	-16	-14	-14	1	1	1	0,85
111	111	112	0	242	122	0,12	0,1	0,12	314	242	65	9	6	7	0,69	1	1	0,54
111	111	111	0	241	120	0,09	0,09	0,1	0	241	120	8	7	8	1	1	1	
111	112	112	0	243	122	0,07	0,08	0,09	0	332	41	2	0	1	1	0	0,15	
110	110	111	0	242	121	0,07	0,06	0,08	0	242	121	5	2	4	1	1	1	
110	110	110	0	239	124	0,03	0,07	0,08	0	239	213	1	4	0	1	1	1	0
109	110	110	0	241	121	0,06	0,1	0,11	0	241	58	3	8	5	1	1	1	0,44
109	109	110	0	241	123	0,07	0,12	0,12	0	241	123	6	12	8	1	1	1	
109	109	110	0	239	122	0,14	0,19	0,19	0	239	86	13	19	16	1	1	1	0,8

Fonte: (EQUATORIAL, 2024h)

Por esse motivo há uma cobrança de uma Ere (UFER) de 1120,00 kvarh. Vale ressaltar que a legislação exige que o cálculo seja feito com base no valor mensal de energia (ANEEL, 2021).

#### 4.2. Identificação dos termos na memória de massa da UC 10011474414

Na UC 10019669567, utilizou-se a memória de massa de consumo para determinar a demanda. No caso da UC 10011474414, será utilizada a memória de massa da demanda para calcular o consumo. Nesse sentido, a partir da equação 7, será necessária a seguinte transformação:

$$Energia (kWh) = Demanda (kW) * \Delta t (h)$$

$$Energia (kWh) = 354,240 * 0,25 (h)$$

$$Energia = 88,56 kWh$$

Essa transformação pode ser observada na MM, conforme mostrado na figura 43.

Figura 43: kWh na MM da UC 10011474414

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	=E3*0,25	354.240,00	86.400,00	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Na figura 42, observa-se a adição de uma coluna na MM, denominada "kWh fornecido", que foi inserida com o propósito de calcular o consumo. Esse cálculo foi feito com base na lógica apresentada na equação 7.

#### 4.2.1. Verificação do Período de Faturamento e da UC 10011474414 na MM e na Fatura

A verificação do número do medidor, sem o dígito, e o nome da unidade consumidora são evidenciados nas figuras 44 e 45 abaixo.

Figura 44: Número do medidor da UC 10011474414

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)									Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const Medidor	Consumo kWh	Medidor
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	PONTA	000000	000000	4.320000	0	12983032-1
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	88560	354.240,00	86.400,00	0	0	0	FORA PONTA	002506	002737	4.320000	997,92	12983032-1

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k, 2024j)

Figura 45: Nome da UC 10011474414

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)									Tensão Nominal Disco: 13800 V Lim Min: 12,834 V Lim Max: 14,490 V					
2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitivo	kW recebido	kVAr indutivo recebido	UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS CNPJ/CPF: 07.307.001/000142 INSC. ESTADUAL: 102105901 AVENIDA CAMPOS UNIVERSITARIO II, Q. REUNI, L. O. N. O CAMPUS SAMAMBAIA UFG CEP: 74000000 GOIANIA GO BRASIL PERDAS DE TRANSFORMAÇÃO / RAMAL: 0 %					
3	01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	88560	354.240,00	86.400,00	0	0	0						

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k, 2024j)

Ainda nesse sentido, para fins de análise, é imprescindível verificar se o período de faturamento da MM corresponde ao mesmo período da fatura, conforme mostrado na figura 46.

Figura 46: Período de leitura da UC 10011474414

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k, 2024j)

#### 4.2.2. Análise do consumo de energia na UC 10011474414

Na análise do consumo de energia pela instalação, é necessário filtrar os dados por posto horário e somar os valores. É importante ressaltar que, devido às diferenças no sistema de referências numéricas no Brasil, é preciso dividir os valores da MM por 1000. Essa divisão pode ser feita antes ou após a somatória. Veja a figura 47 abaixo.

Figura 47: Somatório da energia em horário de ponta na MM da UC 10011474414

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Na figura 47 é possível observar três marcações numéricas. A marcação número 1 representa o filtro realizado por posto horário; a numeração 2 indica a seleção de todos os valores no horário de ponta que foram somados; e a marcação número 3 mostra a soma desses valores. Ao dividir esse total por 1000, obtém-se o consumo no horário de ponta dessa UC.

Por outro lado, esses valores de kWh são representados na fatura de energia do período de referência, conforme mostrado na figura 48.

Figura 48: Energia fornecida a UC 10011474414

Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/COFINS	Base Calc. ICMS (R\$)	Alíquota ICMS (R\$)	ICMS	Tarifa unit. (R\$)
<b>FORNECIMENTO</b>									
AD. BAND. AMARELA EN. ATIVA FORN. HR - PARC.	kWh	56484,00	0,024532	1.385,67	57,7	1385,67	19%	263,28	0,018850
AD. BAND. AMARELA EN. ATIVA FORN. P - PARC.	kWh	37855,08	0,024532	928,66	38,67	928,66	19%	176,45	0,018850
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TUSD	kWh	92664,00	0,127322	11.798,17	491,29	11798,17	19%	2241,65	0,097830
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TUSD	kWh	64476,00	0,127322	8.209,21	341,83	8209,21	19%	1559,75	0,097830
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TUSD	kWh	37855,08	2,045578	77.435,52	3224,45	77435,52	19%	14712,75	1,571740
<b>DEMANDA</b>									
ENERGIA INJETADA FP - TUSD	kWh	92664,00	0,127322	-11.798,17	-491,29	-11798,17	19%	-2241,65	0,097830
ENERGIA INJETADA FP - TE	kWh	92664,00	0,349446	-32.381,06	-1348,37	-32381,06	19%	-6152,4	0,268500
ENERGIA INJETADA HR - TUSD	kWh	7992,00	0,127322	-1.017,56	-42,37	-1017,56	19%	-193,34	0,097830
ENERGIA INJETADA HR - TE	kWh	7992,00	0,349446	-2.792,77	-116,29	-2792,77	19%	-530,63	0,268500
ENERGIA ATIVA FORNECIDA FP - TE	kWh	92664,00	0,349446	32.381,06	1348,37	32381,06	19%	6152,4	0,268500
ENERGIA ATIVA FORNECIDA HR - TE	kWh	64476,00	0,349446	22.530,88	938,19	22530,88	19%	4280,87	0,268500
ENERGIA ATIVA FORNECIDA P - TE	kWh	37855,08	0,547972	20.743,52	863,77	20743,52	19%	3941,27	0,421040
UFER FP	kVArh	540,00	0,367458	198,43	8,26	198,43	19%	37,7	0,282340
<b>ITENS FINANCEIROS</b>									
COFINS (3,0%) LEI 9430(-)				-5.010,28					
CSLL (1,0%) LEI 9430(-)				-1.670,09					
CONTRIB. ILLUM. PÚBLICA - MUNICIPAL				10,27					
IR LEI 9430(-)				-3.422,07					
PIS/PASEP (0,65 %)LEI 9430(-)				-1.085,56					
<b>TOTAL</b>				<b>155.831,6</b>	<b>6.954,35</b>	<b>167.009,</b>		<b>31.731,</b>	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k)

Após a identificação dos insumos fornecidos pela MM e pela fatura, é necessário proceder à comparação dos valores registrados. Com esse objetivo, foi elaborada a tabela 9, apresentada a seguir.

Tabela 9: Comparação de kWh entre a MM e a fatura para a UC 10011474414

Posto Horário	kWh (MM)	kWh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	37.855,08	37.855,08	0%
Fora de ponta	92.708,28	92.664,00	0,048%
Horário reservado	64.423,08	64.476,00	0,082%
Total	194.986,44	194.995,08	0,0044%

Fonte: Autor

A partir da comparação apresentada na tabela 9, é possível identificar a consistência entre os valores representados pela MM e pela fatura de energia, com uma pequena diferença de 8,64 kWh (0,0044%), o que é considerado normal.

### 4.2.3. Análise da geração de energia na UC 10011474414

Para a análise da energia de geração, deve-se realizar o ajuste mostrado na figura 43. Após esse ajuste, é necessário dividir por postos horários e realizar o somatório da energia, conforme ilustrado na figura 49.

Figura 49: Energia recebida da UC 10011474414 na MM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																	
2	Data	Dia	1 Postos horário	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitiv o	2 kWh recebid	kW recebid	kVAr indutivo recebid	kVAr capacitiv o recebid	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER
27	01/07/2024 06:15	Segunda	Fora	84240	336.960,00	73.440,00	0	0	0	0	0	192.240,00	191.376,00	192.240,00	8.712,00	8.100,00	8.712,00	-
28	01/07/2024 06:30	Segunda	Fora	83160	332.640,00	69.120,00	0	0	0	0	0	191.376,00	190.512,00	191.376,00	8.676,00	8.244,00	8.784,00	-
29	01/07/2024 06:45	Segunda	Fora	86400	345.600,00	64.800,00	0	0	0	0	0	191.088,00	190.224,00	190.800,00	9.072,00	8.424,00	9.036,00	-
30	01/07/2024 07:00	Segunda	Fora	86400	345.600,00	64.800,00	0	0	0	0	0	191.088,00	190.512,00	190.944,00	8.964,00	8.208,00	9.036,00	-
31	01/07/2024 07:15	Segunda	Ponta	81000	324.000,00	64.800,00	0	0	0	0	0	190.080,00	189.648,00	190.080,00	8.460,00	7.920,00	8.568,00	-
32	01/07/2024 07:30	Segunda	Ponta	71280	285.120,00	64.800,00	0	0	0	0	0	189.072,00	188.784,00	189.072,00	7.452,00	7.020,00	7.740,00	-
33	01/07/2024 07:45	Segunda	Ponta	68040	272.160,00	60.480,00	0	0	0	0	0	188.928,00	188.352,00	188.928,00	7.164,00	6.840,00	7.272,00	-
34	01/07/2024 08:00	Segunda	Ponta	54000	216.000,00	51.840,00	0	0	0	0	0	189.792,00	188.928,00	189.504,00	5.796,00	5.292,00	5.832,00	-
35	01/07/2024 08:15	Segunda	Ponta	52920	211.680,00	64.800,00	0	0	0	0	0	191.088,00	190.368,00	191.088,00	5.832,00	5.148,00	5.904,00	-
36	01/07/2024 08:30	Segunda	Ponta	20520	82.080,00	60.480,00	0	0	0	0	0	191.376,00	190.656,00	191.376,00	3.024,00	2.160,00	2.772,00	-
37	01/07/2024 08:45	Segunda	Ponta	7560	30.240,00	56.160,00	0	0	0	0	4.320,00	190.368,00	189.792,00	190.224,00	2.232,00	1.584,00	1.872,00	-
38	01/07/2024 09:00	Segunda	Ponta	2160	8.640,00	12.960,00	0	9720	38.880,00	0	51.840,00	191.664,00	190.944,00	191.376,00	2.484,00	2.340,00	1.836,00	5.45
	Pronto 1956 de 2976 registros localizados. Acessibilidade: investigar Média: 51494,35583 Contagem: 1956 Soma: 100722960																	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Na figura 49, é possível identificar o filtro pelo número "1", a coluna a ser somada, referente ao kWh recebido, pelo número "2", e o valor do somatório pelo número "3". Ao dividir esse valor por 1000, obtém-se o total de energia injetada no sistema da distribuidora no horário de fora de ponta.

O lançamento da energia de geração pode ser identificado conforme mostrado na figura 50.

Figura 50: Energia recebida da UC 10011474414 na fatura

Grandezas	Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const Medidor	Consumo kWh	Medidor
ENERGIA ATIVA - KWH	PONTA	648899	683950	1,080000	37855,08	12983032-1
ENERGIA ATIVA - KWH	FORA PONTA	027009	027867	108,000000	92664	12983032-1
ENERGIA ATIVA - KWH	RESERVADO	012139	012736	108,000000	64476	12983032-1
DEMANDA - KW	PONTA	003593	003743	4,320000	648	12983032-1
DEMANDA - KW	FORA PONTA	004487	004651	4,320000	708,48	12983032-1
DEMANDA - KW	RESERVADO	001973	002066	4,320000	401,76	12983032-1
UFER	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
UFER	FORA PONTA	000382	000387	108,000000	540	12983032-1
UFER	RESERVADO	000000	000000	108,000000	0	12983032-1
DMCR	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
DMCR	FORA PONTA	007646	007915	1,080000	290,52	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	FORA PONTA	004964	005896	108,000000	100656	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	RESERVADO	000000	000000	108,000000	0	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	INTERMEDIARI					12983032-1

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k)

Após a identificação da energia injetada tanto na MM quanto na fatura, para fins de comparação de valores obtidos, criou-se a tabela 10 a seguir.

Tabela 10: Comparação de geração entre a MM e a fatura para a UC 10011474414

Posto Horário	kWh (MM)	kWh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	0,27	0	100%
Fora de ponta	100.722,96	100.656,00	0,066%
Horário reservado	0,744	0	100%
Total	100.723,974	100.656,00	0,067%

Fonte: Autor

Após a verificação dos valores, ficou evidente a coerência entre a MM e a fatura de energia, com uma diferença de 67,97 kWh (0,067%), o que é considerada uma variação aceitável, já que a fatura é medida por registradores inteiros, sem casas decimais.

#### 4.2.4. Análise e verificação da demanda na UC 10011474414

Na análise da demanda, segue-se a mesma lógica aplicada ao consumo, porém, em vez de somar os valores, considera-se o maior valor registrado. A figura 51 abaixo representa essa análise da demanda.

Figura 51: Demanda fornecida na MM a UC 10011474414

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horário	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitiv o	kWh recebido	kW recebido
27	01/07/2024 06:15	Segunda	Fora Ponta	84240	336.960,00	73.440,00	0	0	0
28	01/07/2024 06:30	Segunda	Fora Ponta	83160	332.640,00	69.120,00	0	0	0
29	01/07/2024 06:45	Segunda	Fora Ponta	86400	345.600,00	64.800,00	0	0	0
30	01/07/2024 07:00	Segunda	Fora Ponta	86400	345.600,00	64.800,00	0	0	0
31	01/07/2024 07:15	Segunda	Fora Ponta	81000	324.000,00	64.800,00	0	0	0
32	01/07/2024 07:30	Segunda	Fora Ponta	71280	285.120,00	64.800,00	0	0	0
33	01/07/2024 07:45	Segunda	Fora Ponta	68040	272.160,00	60.480,00	0	0	0
34	01/07/2024 08:00	Segunda	Fora Ponta	54000	216.000,00	51.840,00	0	0	0
35	01/07/2024 08:15	Segunda	Fora Ponta	52920	211.680,00	64.800,00	0	0	0
36	01/07/2024 08:30	Segunda	Fora Ponta	20520	82.080,00	60.480,00	0	0	0
37	01/07/2024 08:45	Segunda	Fora Ponta	7560	30.240,00	56.160,00	0	0	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Na primeira marcação, é possível visualizar o filtro por posto horário, enquanto a segunda destaca a seleção das demandas, bastando selecionar a maior e dividir por 1000. Após esse procedimento, repete-se o mesmo processo para os demais postos horários.

Para verificar as demandas informadas na fatura de energia, basta localizar a seção que apresenta o histórico de demanda, conforme mostrado na figura 52.

Figura 52: Demanda fornecida na fatura a UC 10011474414

Histórico dos últimos meses									
MÊS	DEMANDA MEDIDA			CONSUMO FATURADO			HORÁRIO RESERVADO		
	PONTA	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	PONTA/TOT	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	CONSUMO	REATIVO EXCEDENTE	
AGO / 24	648.0000	708.4800	0,0000	37855,08	92664,00	540,00	64476,00	0,00	
JUL / 24	652.3200	643.6800	0,0000	31901,04	88884,00	432,00	61776,00	0,00	
JUN / 24	747.3600	768.9600	0,0000	30838,32	89640,00	756,00	66960,00	0,00	
MAI / 24	799.2000	980.6400	0,0000	43465,68	131760,00	1512,00	68472,00	0,00	
ABR / 24	747.3600	1041.1200	0,0000	31141,80	159732,00	1836,00	66204,00	0,00	
MAR / 24	552.9600	894.2400	0,0000	26310,96	117072,00	2052,00	58860,00	0,00	
FEV / 24	773.2800	1097.2800	0,0000	39090,60	176040,00	1944,00	69984,00	0,00	
JAN / 24	803.5200	1097.2800	0,0000	35350,56	167076,00	1728,00	68796,00	0,00	
DEZ / 23	933.1200	1296.0000	0,0000	40685,76	21464,00	1080,00	69876,00	0,00	
NOV / 23	980.6400	1283.0400	0,0000	44541,36	222804,00	972,00	71064,00	0,00	
OUT / 23	851.0400	1209.6000	0,0000	32415,12	160488,00	3024,00	66636,00	0,00	
SET / 23	725.7600	820.8000	0,0000	38034,36	152280,00	2700,00	61776,00	0,00	
AGO / 23	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	2484,00	0,00	0,00	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k)

Após localizar as demandas na MM e na fatura de energia, foi criada a tabela 11 a seguir para comparar os valores obtidos em ambos.

Tabela 11: Comparação de kW entre a MM e a fatura para a UC 10011474414

<b>Posto Horário</b>	<b>kW (MM)</b>	<b>kW (Fatura)</b>	<b>Erro percentual</b>
Ponta	648,0000	648,0000	0%
Fora de ponta	708,4800	708,4800	0%

Fonte: Autor

Dessa forma, é possível constatar que os valores da MM e da fatura são equivalentes, demonstrando uma boa precisão na medição de energia e coerência entre o valor cobrado e o consumo efetivo da unidade consumidora.

Considerando o histórico de demanda dessa UC, apresentado na figura 30, observa-se que nos últimos 4 meses a demanda não ultrapassou 1000 kW, sendo este o período de verão, caracterizado pelas temperaturas mais elevadas do ano. Como o principal responsável pelo aumento da demanda em uma universidade é o uso de ar-condicionado, pode-se presumir que nos próximos meses a tendência é que a demanda permaneça abaixo dos 1000 kW. Dessa forma, recomenda-se reduzir a demanda contratada da UC para 1000 kW, o que resultaria em uma redução de 200 kW e uma economia de R\$ 6.564,63. Após 12 meses, uma nova análise de demanda pode ser realizada para ajustes, se necessário.

Como é possível identificar na MM a demanda utilizada na unidade consumidora, como é possível ver na figura 53.

Figura 53: Demanda de geração da UC 10011474414

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)								
2	Data	Dia	Postos horário	kWh fornecido	kW fornecido	kVAr indutivo	kVAr capacitiv o	kWh recebido	kW recebido
27	01/07/2024 06:15	Segunda	Fora Ponta	84240	336.960,0				
28	01/07/2024 06:30	Segunda	Fora Ponta	83160	332.640,0				
29	01/07/2024 06:45	Segunda	Fora Ponta	86400	345.600,0				
30	01/07/2024 07:00	Segunda	Fora Ponta	86400	345.600,0				
31	01/07/2024 07:15	Segunda	Fora Ponta	81000	324.000,0				
32	01/07/2024 07:30	Segunda	Fora Ponta	71280	285.120,0				
33	01/07/2024 07:45	Segunda	Fora Ponta	68040	272.160,0				
34	01/07/2024 08:00	Segunda	Fora Ponta	54000	216.000,0				
35	01/07/2024 08:15	Segunda	Fora Ponta	52920	211.680,0				
36	01/07/2024 08:30	Segunda	Fora Ponta	20520	82.080,0				
37	01/07/2024 08:45	Segunda	Fora Ponta	7560	30.240,0				
38	01/07/2024 09:00	Segunda	Fora Ponta	2160	8.640,0				

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Nesse sentido, recomenda-se que a UC contrate uma TUSDg de 1000 kW, visando possíveis reduções futuras na demanda de consumo. Isso porque a demanda de geração tem um custo equivalente à metade da demanda de consumo. Portanto, ao reduzir a demanda de consumo para menos de 1000 kW no futuro, haveria uma economia na TUSDc, já que a UC estaria em conformidade com a regulamentação em relação à TUSDg (ANEEL, 2023a).

#### 4.2.5. Análise da Ere e Dre na UC 10011474414

Para analisar a energia reativa da UC, é necessário identificar o campo correspondente, conforme mostrado na figura 54.

Figura 54: kvarh da UC 10011474414

Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12963032 (01/07/2024 00:00:00 ate 31/07/2024 23:59:59)																			
Data	Dia	Postos horários Reservado	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh Indutivo	kVAr Indutivo	kVAr capacitivo	kWh recebido	kW recebido	kVAr Indutivo recebido	kVAr capacitivo recebido	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER	
01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	88560	354.240,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	194.400,00	193.824,00	194.544,00	9.108,00	8.460,00	9.252,00	
01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.536,00	194.112,00	9.072,00	8.352,00	9.180,00	
01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	194.112,00	193.392,00	194.256,00	8.964,00	8.280,00	9.000,00	
01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	87480	349.920,00	22.680,00	90.720,00	0	0	0	0	0	0	194.400,00	193.536,00	194.400,00	9.072,00	8.460,00	9.180,00	0
01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	22.680,00	90.720,00	0	0	0	0	0	0	194.256,00	193.536,00	194.400,00	9.036,00	8.532,00	9.036,00	
01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	19.440,00	77.760,00	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.248,00	193.968,00	8.712,00	8.208,00	9.072,00	
01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	22.680,00	90.720,00	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.248,00	193.968,00	8.928,00	8.460,00	9.072,00	
01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	84240	336.960,00	19.440,00	77.760,00	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.392,00	193.968,00	8.784,00	8.136,00	8.892,00	0

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

A Ere pode ser identificada na fatura de energia, conforme ilustrado na figura 55 abaixo.

Figura 55: Ere na fatura da UC 10011474414

Histórico dos últimos meses								
MÊS	DEMANDA MEDIDA			CONSUMO FATURADO			HORÁRIO RESERVADO	
	PONTA	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	PONTA/TOT	FORA PONTA	REATIVO EXCEDENTE	CONSUMO	REATIVO EXCEDENTE
AGO / 24	648,0000	708,4800	0,0000	37855,08	92664,00	540,00	64476,00	0,00
JUL / 24	652,3200	643,6800	0,0000	31901,04	88884,00	432,00	61776,00	0,00
JUN / 24	747,3600	768,9600	0,0000	30838,32	89640,00	756,00	66960,00	0,00
MAI / 24	799,2000	980,6400	0,0000	43465,68	131760,00	1512,00	68472,00	0,00
ABR / 24	747,3600	1041,1200	0,0000	31141,80	159732,00	1836,00	66204,00	0,00
MAR / 24	552,9600	894,2400	0,0000	26310,96	117072,00	2052,00	58860,00	0,00
FEV / 24	773,2800	1097,2800	0,0000	39090,60	176040,00	1944,00	69984,00	0,00
JAN / 24	803,5200	1097,2800	0,0000	35350,56	167076,00	1728,00	68796,00	0,00
DEZ / 23	933,1200	1296,0000	0,0000	40685,76	214164,00	1080,00	69876,00	0,00
NOV / 23	980,6400	1283,0400	0,0000	44541,36	222804,00	972,00	71064,00	0,00
OUT / 23	851,0400	1209,6000	0,0000	32415,12	160488,00	3024,00	66636,00	0,00
SET / 23	725,7600	820,8000	0,0000	38034,36	152280,00	2700,00	61776,00	0,00
AGO / 23	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00	2484,00	0,00	0,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k)

Para comparar os valores obtidos na MM e na fatura, foi criada a tabela 12.

Tabela 12: Comparação da Ere entre a MM e a fatura para a UC 10011474414

Posto Horário	kvarh (MM)	kvarh (Fatura)	Erro percentual
Ponta	0	0	-
Fora de ponta	666,76	540,00	19,01%
Horário reservado	0	0	-
Total	666,76	540,00	19,01%

Fonte: Autor

É possível perceber uma diferença de 126,76 kvarh (19,01%), o que já pode ser considerado uma diferença significativa. A fatura de energia apresentou um valor menor do que o registrado na MM, o que não acarreta prejuízo para o cliente.

Na análise da demanda reativa da unidade consumidora, é possível identificar a Dre na figura 56.

Figura 56: Dre na MM da UC 10011474414

Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																					
Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kW fornecido	kVA/h indutivo	kVA indutivo	kVA capacitivo	kWh recebido	kW recebido	kVA indutivo	kVA capacitivo	recebido	Va	Vb	Vc	Ia	Ib	Ic	UFER	DMCR	
01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	88560	354.240,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	0	194.400,00	193.824,00	194.544,00	9.108,00	8.460,00	9.252,00	-	-
01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.536,00	194.112,00	9.072,00	8.352,00	9.180,00	-	-
01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	21.600,00	86.400,00	0	0	0	0	0	0	0	194.112,00	193.392,00	194.256,00	8.964,00	8.280,00	9.000,00	-	-
01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	87480	349.920,00	22.680,00	90.720,00	0	0	0	0	0	0	0	194.400,00	193.536,00	194.400,00	9.072,00	8.460,00	9.180,00	0	0
01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	22.680,00	90.720,00	0	0	0	0	0	0	0	194.256,00	193.536,00	194.400,00	9.036,00	8.532,00	9.036,00	-	-
01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	86400	345.600,00	19.440,00	77.760,00	0	0	0	0	0	0	0	193.968,00	193.248,00	193.968,00	8.712,00	8.208,00	9.072,00	-	-

Fonte: (EQUATORIAL, 2024b)

Por outro lado, a Dre pode ser verificada na fatura, conforme mostrado na figura 57.

Figura 57: Dre na fatura da UC 10011474414

Grandezas	Postos horários	Leitura Anterior	Leitura Atual	Const Medidor	Consumo kWh	Medidor
ENERGIA ATIVA - KWH	PONTA	648899	683950	1,080000	37855,08	12983032-1
ENERGIA ATIVA - KWH	FORA PONTA	027009	027867	108,000000	92664	12983032-1
ENERGIA ATIVA - KWH	RESERVADO	012139	012736	108,000000	64476	12983032-1
DEMANDA - KW	PONTA	003593	003743	4,320000	648	12983032-1
DEMANDA - KW	FORA PONTA	004487	004651	4,320000	708,48	12983032-1
DEMANDA - KW	RESERVADO	001973	002066	4,320000	401,76	12983032-1
UFER	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
UFER	FORA PONTA	000382	000387	108,000000	540	12983032-1
UFER	RESERVADO	000000	000000	108,000000	0	12983032-1
DMCR	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
DMCR	FORA PONTA	007646	007915	1,080000	290,52	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	PONTA	000000	000000	1,080000	0	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	FORA PONTA	004964	005896	108,000000	100656	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	RESERVADO	000000	000000	108,000000	0	12983032-1
ENERGIA GERAÇÃO - KWH	INTERMEDIÁRI					12983032-1

Fonte: (EQUATORIAL, 2024k)

Para comparar os valores registrados da demanda reativa da unidade consumidora, foi criada a tabela 13 a seguir.

Tabela 13: Comparação de Dre entre a MM e a fatura para a UC 10011474414

Posto Horário	kvar (MM)	kvar (Fatura)	Erro percentual
Ponta	0	0	-
Fora de ponta	291,50	290,52	0,33%

Fonte: Autor

No caso da comparação da demanda reativa entre a MM e a fatura, houve coerência entre o valor registrado na MM e o valor apresentado na fatura.

#### 4.2.6. Banco de capacitores para UC 10011474414

Na análise do banco de capacitores, é necessário calcular o fator de potência da unidade consumidora, filtrando por posto horário e identificando a coluna kvarh indutivo, conforme mostrado na figura 58 a seguir.

Figura 58: kvarh na fatura da UC 10011474414 para o cálculo de FP

Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	kWh indutivo	kWh capacitivo	kWh recebido	kWh indutivo recebido	kWh capacitivo recebido	Vah	Vbh	Vch	lah	lbh	lch	Tensão (A)	Tensão (B)
01/07/2024 00:15	Segunda	Reservado	88.560,00	21.600,00	0	0	0	0	48.600,00	48.456,00	48.636,00	2.277,00	2.115,00	2.313,00	68	
01/07/2024 00:30	Segunda	Reservado	86.400,00	21.600,00	0	0	0	0	48.492,00	48.384,00	48.528,00	2.268,00	2.088,00	2.295,00	67	
01/07/2024 00:45	Segunda	Reservado	86.400,00	21.600,00	0	0	0	0	48.528,00	48.348,00	48.564,00	2.241,00	2.070,00	2.250,00	67	
01/07/2024 01:00	Segunda	Reservado	87.480,00	22.680,00	0	0	0	0	48.600,00	48.384,00	48.600,00	2.268,00	2.115,00	2.295,00	67	
01/07/2024 01:15	Segunda	Reservado	86.400,00	22.680,00	0	0	0	0	48.564,00	48.384,00	48.600,00	2.259,00	2.133,00	2.259,00	68	
01/07/2024 01:30	Segunda	Reservado	86.400,00	19.440,00	0	0	0	0	48.492,00	48.312,00	48.492,00	2.178,00	2.052,00	2.268,00	67	
01/07/2024 01:45	Segunda	Reservado	86.400,00	22.680,00	0	0	0	0	48.492,00	48.312,00	48.492,00	2.232,00	2.115,00	2.268,00	67	
01/07/2024 02:00	Segunda	Reservado	84.240,00	19.440,00	0	0	0	0	48.492,00	48.348,00	48.492,00	2.196,00	2.034,00	2.223,00	67	
01/07/2024 02:15	Segunda	Reservado	83.160,00	20.520,00	0	0	0	0	48.600,00	48.384,00	48.600,00	2.133,00	2.007,00	2.214,00	67	
01/07/2024 02:30	Segunda	Reservado	85.320,00	21.600,00	0	0	0	0	48.528,00	48.384,00	48.528,00	2.187,00	2.070,00	2.223,00	67	
01/07/2024 02:45	Segunda	Reservado	84.240,00	20.520,00	0	0	0	0	48.564,00	48.384,00	48.528,00	2.187,00	2.016,00	2.205,00	68	
01/07/2024 03:00	Segunda	Reservado	85.320,00	21.600,00	0	0	0	0	48.600,00	48.420,00	48.600,00	2.187,00	2.061,00	2.214,00	68	

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

O valor referente ao filtro do posto horário foi o de fora de ponta, juntamente com o horário reservado. A análise do horário de ponta será feita em um cálculo separado.

O fator de potência para os horários de fora de ponta e reservado pode ser obtido a partir da equação 2.

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{157.131,36}{\sqrt{157.131,36^2 + 36.675,72^2}}$$

$$fp = 0,9738 \text{ indutivo}$$

O fator de potência para o horário de ponta pode ser determinado utilizando a equação 2:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{37.855,08}{\sqrt{37.855,08^2 + 6.163,56^2}}$$

$$fp = 0,987 \text{ indutivo}$$

O fator de potência global está dentro do indicado, porém, em determinados horários do dia, esse fator de potência fica abaixo do recomendado, o que gera energia reativa na UC. Para eliminar essa energia reativa, seria necessário ativar o banco de capacitores nos horários em que o fator de potência apresenta problemas. É possível identificar esses horários a partir da MM, conforme mostrado na figura 59.

Figura 59: FP na fatura da UC 10011474414

	A	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)																					
2	Data	UFER	DMCR	Tensão (A)	Tensão (B)	Tensão (C)	Ang.tensã o(A)	Ang.tensã o(B)	Ang.tensã o(C)	Corrente (A)	Corrente (B)	Corrente (C)	Ang. Corrente (A)	Ang. Corrente (B)	Ang. Corrente (C)	Potência (A)	Potência (B)	Potência (C)	Fat. Potência (A)	Fat. Potência (B)	Fat. Potência (C)	
27	01/07/2024 06:15	12,00	-	67	67	67	0	240	120	0,48	0,43	0,48	346	228	112	30	27	31	0,93	0,96	1	
28	01/07/2024 06:30	84,00	-	66	66	66	0	240	120	0,49	0,46	0,49	346	229	110	30	29	32	0,93	0,96	1	
29	01/07/2024 06:45	36,00	-	66	66	66	0	240	120	0,47	0,46	0,48	348	230	111	30	29	31	0,96	0,96	1	
30	01/07/2024 07:00	36,00	0	0	66	66	66	0	240	120	0,5	0,45	0,51	346	230	112	31	29	33	0,93	0,96	1
31	01/07/2024 07:15	68,00	-	66	66	66	0	240	120	0,48	0,44	0,48	346	229	111	30	28	31	0,96	0,96	1	
32	01/07/2024 07:30	40,00	-	66	66	66	0	240	120	0,43	0,4	0,43	344	226	109	27	25	27	0,96	0,96	0,96	
33	01/07/2024 07:45	72,00	-	66	65	66	0	240	120	0,42	0,42	0,44	348	231	110	27	26	27	1	0,96	0,96	
34	01/07/2024 08:00	32,00	0	0	66	66	66	0	240	120	0,28	0,27	0,29	342	226	106	17	16	18	0,94	0,94	0,94
35	01/07/2024 08:15	04,00	-	66,33	66,18	66,32	0	240	120,1	0,45	0,4	0,45	343	227	111	28	25	28	0,96	0,96	0,96	
36	01/07/2024 08:30	72,00	-	66	66	66	0	240	120	0,17	0,12	0,15	317	198	94	7	5	8	0,63	0,62	0,8	
37	01/07/2024 08:45	72,00	-	66	66	66	0	240	120	0,11	0,07	0,08	285	147	72	1	0	2	0,16	0	0,4	
38	01/07/2024 09:00	36,00	5.454,42	88.614,42	67	66	67	0	240	120	0,13	0,13	0,09	249	106	357	-3	-6	-3	-0,37	-0,75	-0,6

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Por esse motivo, há uma cobrança de uma UFER de 540 kvarh. Para verificar se o cálculo dessa Ere está sendo realizado em intervalos de 15 minutos, será utilizada a memória de massa para calcular o fator de potência e a Ere nesse intervalo, por meio do Excel. As figuras 60 e 61 a seguir ilustram esse cálculo.

Figura 60: Cálculo do FP utilizando a MM

	A	B	C	D	E	F	G	T	U	V	AL	AM	AN	AO
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)													
2	Data	Dia	Postos horário	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVAR indutivo	UFER	UFER calculado	DMCR	Fat. Potência Calculado (A)	Fat. Potência (B)	Fat. Potência (C)	
1250	14/07/2024 00:00	Domingo	Fora Ponta	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	0	0	0	=COS(ATAN(F1250/D1250))			1
1251	14/07/2024 00:15	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	1	0,96
1252	14/07/2024 00:30	Domingo	Reservado	83160	332.640,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981549	0,96	0,96	0,96
1253	14/07/2024 00:45	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	17.280,00	69.120,00	-	0	-	0,97855	0,96	0,96	0,96
1254	14/07/2024 01:00	Domingo	Reservado	81000	324.000,00	17.280,00	69.120,00	0	0	0	0,977993	0,96	1	0,96
1255	14/07/2024 01:15	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	1
1256	14/07/2024 01:30	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	0,96
1257	14/07/2024 01:45	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	0,96
1258	14/07/2024 02:00	Domingo	Reservado	79920	319.680,00	16.200,00	64.800,00	0	0	0	0,980068	0,96	0,96	0,96

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Figura 61: Cálculo da Ere utilizando a MM

	A	B	C	D	E	F	G	T	U	V	AL	AM	AN	AO
1	Demanda - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS - 12983032 (01/07/2024 00:00:00 até 31/07/2024 23:59:59)													
2	Data	Dia	Postos horário	kWh fornecido	kW fornecido	kVArh indutivo	kVAR indutivo	UFER	UFER calculado	DMCR	Fat. Potência Calculado (A)	Fat. Potência (B)	Fat. Potência (C)	
1250	14/07/2024 00:00	Domingo	Fora Ponta	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	0	=SE(0,92; AL1250<0,92; D1250*((0,92/ AL1250)-1);0)	0	0,981074	0,96	1	1
1251	14/07/2024 00:15	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	-	-	0,981074	0,96	1	0,96
1252	14/07/2024 00:30	Domingo	Reservado	83160	332.640,00	16.200,00	64.800,00	-	-	-	0,981549	0,96	0,96	0,96
1253	14/07/2024 00:45	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	17.280,00	69.120,00	-	-	-	0,97855	0,96	0,96	0,96
1254	14/07/2024 01:00	Domingo	Reservado	81000	324.000,00	17.280,00	69.120,00	0	0	0	0,977993	0,96	1	0,96
1255	14/07/2024 01:15	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	1
1256	14/07/2024 01:30	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	0,96
1257	14/07/2024 01:45	Domingo	Reservado	82080	328.320,00	16.200,00	64.800,00	-	0	-	0,981074	0,96	0,96	0,96
1258	14/07/2024 02:00	Domingo	Reservado	79920	319.680,00	16.200,00	64.800,00	0	0	0	0,980068	0,96	0,96	0,96

Fonte: (EQUATORIAL, 2024j)

Somando o valor da UFER (Ere) registrado na MM, obtém-se 314,154 kvarh, enquanto a soma do valor calculado para a UFER resulta em 410,487 kvarh. Ao comparar

esses valores com o valor registrado na fatura de energia, que é 540 kvarh, observa-se que nenhum dos dois corresponde ao valor apresentado.

Se o fator de potência fosse considerado a cada 15 minutos, o valor correto da Ere deveria ser o valor calculado, ou seja, 410,487 kvarh. No entanto, o fator de potência deveria ser baseado no consumo total mensal, o que resultaria em uma Ere de valor zero (ANEEL, 2021).

### 4.3. Caso de demanda de ultrapassagem

Ainda no contexto da contratação de demanda, é pertinente reforçar a importância da adequação desse fator na conta de energia. Além disso, será apresentado um caso de alta demanda de ultrapassagem.

Veja na figura 62 o histórico de demanda.

Figura 62: Histórico de demanda lida em uma UC

	DEMANDA LIDA (kW)		
	PONTA	FORA DE PONTA	HOR. RES.
	979,1800	1408,2200	809,6400
	961,8800	1529,3200	27,6800
	958,4200	868,4600	785,4200
	1179,8600	1408,2200	954,9600
	557,0600	743,9000	543,2200
	242,2000	314,8600	114,1800
	0,0000	0,0000	0,0000
	103,8000	193,7600	100,3400
	439,4200	736,9800	989,5600
	882,3000	1121,0400	826,9400
	965,3400	1096,8200	657,4000
	411,7400	785,4200	840,7800
	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: (EQUATORIAL, 2024c)

A figura 63 traz os lançamentos da fatura deste cliente.

Figura 63: Lançamento da demanda de ultrapassagem

CONTRATOS DA FATURA							Histórico consumo P	Horas utilização
Nº. do contrato	Tipo	Vigência	Demanda	Demanda P	Demanda FP	Consumo P		
			50					

LANÇAMENTOS			
PRODUTO	QUANTIDADE	TARIFA	VALOR
CONSUMO FP	21.192,50	0,125606	2.661,91
CONSUMO HR	4.325,00	0,125606	543,25
CONSUMO P	2.238,62	2,018005	4.517,55
DEMANDA	1.408,2200	32,380744	45.599,21
DEMANDA ULTRAPASSAGEM	1.358,2200	64,761489	87.960,35
PARCELA TE FP	21.192,50	0,344735	7.305,80
PARCELA TE HR	4.325,00	0,344735	1.490,98
PARCELA TE P	2.238,62	0,540585	1.210,16
UFER FP	4.498,00	0,362505	1.630,55
UFER P	189,43	0,362505	68,67
JUROS MORATÓRIA.			302,05
MULTA - 07/2024.			2.265,38

Fonte: (EQUATORIAL, 2024d)

No caso dessa unidade consumidora, é possível perceber uma grande discrepância entre a demanda utilizada e a demanda contratada. Ajustar a demanda para um valor mais adequado, em torno de 1500 kW, resultaria em uma economia de R\$ 87.960,35, o que totalizaria aproximadamente mais de 1 milhão de reais em economia anual.

#### 4.4. Caso de cálculo de fator de potência e UFER

Neste tópico, será realizada uma análise de uma conta de energia, não identificada, para o cálculo do fator de potência e do UFER.

Os lançamentos na fatura podem ser identificados na figura 64.

Figura 64: Lançamento de uma unidade consumidora

LANÇAMENTOS			
PRODUTO	QUANTIDADE	TARIFA	VALOR
CONSUMO FP	80.341,20	0,115615	9.288,65 ▲
CONSUMO HR C/ DESC. 80%	59.840,70	0,023123	1.383,70
CONSUMO P	1.118,18	1,857482	2.077,00
DEMANDA	598,9260	29,805003	17.850,99
DMCR	23,8700	29,805003	711,56
PARCELA TE FP	80.341,20	0,317313	25.493,31
PARCELA TE HR C/ DESC. 80%	59.840,70	0,063463	3.797,67
PARCELA TE P	1.118,18	0,497584	556,39
UFER FP	28.415,25	0,333669	9.481,29
UFER HR	3.191,85	0,333669	1.065,02
UFER P	8.157,12	0,333669	2.721,78
BENEFÍCIO TARIFÁRIO BRUTO			20.725,41
BENEFÍCIO TARIFÁRIO LÍQUIDO			-17.537,15 ▼

Fonte: (EQUATORIAL, 2024e)

Nesse aspecto, através dos dados da MM, será calculado o fator de potência para os três postos horários, separados para cada um. Através da figura 65 é possível ver o somatório do kvarh indutivo para horário de ponta.

Figura 65: MM para cálculo do FP

2	Data	Dia	Postos horários	kWh fornecido	KVArh indutivo	kVArh capacitivo	kWh recebido	kVArh indutivo recebido	kVArh
21	01/08/2024 19:00	Quinta	Ponta	24.652,50	144.801,00	0	0	0	0
22	01/08/2024 20:00	Quinta	Ponta	27.507,00	180.612,00	0	0	0	0
23	01/08/2024 21:00	Quinta	Ponta	29.064,00	208.378,50	0	0	0	0
45	02/08/2024 19:00	Sexta	Ponta	24.133,50	134.940,00	0	0	0	0
46	02/08/2024 20:00	Sexta	Ponta	26.469,00	169.194,00	0	0	0	0
47	02/08/2024 21:00	Sexta	Ponta	28.026,00	194.625,00	0	0	0	0
117	05/08/2024 19:00	Segunda	Ponta	15.310,50	163.744,50	0	0	0	0
118	05/08/2024 20:00	Segunda	Ponta	14.791,50	156.997,50	0	0	0	0
119	05/08/2024 21:00	Segunda	Ponta	22.836,00	160.371,00	0	0	0	0
141	06/08/2024 19:00	Terça	Ponta	24.393,00	153.364,50	0	0	0	0
142	06/08/2024 20:00	Terça	Ponta	26.988,00	175.681,50	0	0	0	0
143	06/08/2024 21:00	Terça	Ponta	25.950,00	163.485,00	0	0	0	0
165	07/08/2024 19:00	Quarta	Ponta	13.234,50	154.921,50	0	0	0	0
166	07/08/2024 20:00	Quarta	Ponta	15.570,00	178.017,00	0	0	0	0
167	07/08/2024 21:00	Quarta	Ponta	24.393,00	188.656,50	0	0	0	0
189	08/08/2024 19:00	Quinta	Ponta	14.013,00	132.085,50	0	0	0	0
190	08/08/2024 20:00	Quinta	Ponta	15.051,00	139.092,00	0	0	0	0
191	08/08/2024 21:00	Quinta	Ponta	17.646,00	178.795,50	0	0	0	0
213	09/08/2024 19:00	Sexta	Ponta	12.456,00	124.300,50	0	0	0	0
214	09/08/2024 20:00	Sexta	Ponta	16.089,00	164.004,00	0	0	0	0
215	09/08/2024 21:00	Sexta	Ponta	17.646,00	180.352,50	0	0	0	0
285	12/08/2024 19:00	Segunda	Ponta	13.753,50	131.047,50	0	0	0	0
286	12/08/2024 20:00	Segunda	Ponta	15.310,50	150.250,50	0	0	0	0
287	12/08/2024 21:00	Segunda	Ponta	17.127,00	173.865,00	0	0	0	0
309	13/08/2024 19:00	Terça	Ponta	17.646,00	135.978,00	0	0	0	0
310	13/08/2024 20:00	Terça	Ponta	15.051,00	154.921,50	0	0	0	0
311	13/08/2024 21:00	Terça	Ponta	15.829,50	166.339,50	0	0	0	0
333	14/08/2024 19:00	Quarta	Ponta	12.715,50	110.267,50	0	0	0	0

Planilha1  
Pronto 66 de 762 registros localizados. Acessibilidade: investigar Média: 152.051,27 Contagem: 66 Soma: 10.035.384,00

Fonte: (EQUATORIAL, 2024f)

O mesmo procedimento realizado para o horário de ponta foi aplicado aos demais postos horários, resultando nos seguintes cálculos do fator de potência.

Para horário de ponta:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{1.118,18}{\sqrt{1.118,18^2 + 10.035,384^2}}$$

$$fp = 0,1107 \text{ indutivo}$$

Para horário de fora de ponta:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{80.341,20}{\sqrt{80.341,20^2 + 76.093,185^2}}$$

$$fp = 0,7260 \text{ indutivo}$$

Para horário reservado:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$fp = \frac{59.840,70}{\sqrt{59.840,70^2 + 51.440,685^2}}$$

$$fp = 0,7583 \text{ indutivo}$$

Com o fator de potência abaixo de 0,92 indutivo, é possível calcular a UFER que será cobrado, a partir da equação 5. Como o fator de potência no horário reservado foi indutivo, não deverá ser cobrada a Ere.

O valor da tarifa pode ser visualizado na figura 66 abaixo.

Figura 66: Tarifa B1

TABELA 2 – TARIFAS DE APLICAÇÃO E BASE ECONÔMICA PARA O GRUPO B (Equatorial GO).

SUBGRUPO	MODALIDADE	CLASSE	SUBCLASSE	POSTO	TARIFAS DE APLICAÇÃO			TARIFAS BASE ECONÔMICA						
					TUSD		TE	TUSD		TE				
					R\$/kw	R\$/MWh	R\$/MWh	R\$/kw	R\$/MWh	R\$/MWh				
B1	BRANCA	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	P	0,00	1.084,15	419,58	0,00	1.091,24	473,22				
				INT	0,00	708,62	257,70	0,00	718,20	295,79				
				FP	0,00	333,09	257,70	0,00	345,16	295,79				
	PRÉ-PAGAMENTO	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	NA	0,00	474,74	271,19	0,00	485,87	310,58				
	CONVENCIONAL			NA	0,00	474,74	271,19	0,00	485,87	310,58				
	PRE-PAGAMENTO			RESIDENCIAL	BAIXA RENDA <sup>(1)</sup>	NA	0,00	382,88	264,37	0,00	385,53	302,94		
	CONVENCIONAL	RESIDENCIAL	BAIXA RENDA <sup>(1)</sup>	NA	0,00	382,88	264,37	0,00	385,53	302,94				
	SCEE - BRANCA	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	P	0,00	1.084,15	23,38	0,00	1.091,24	40,13			
					INT	0,00	708,62	23,38	0,00	718,20	40,13			
					FP	0,00	333,09	23,38	0,00	345,16	40,13			
					PRÉ-PAGAMENTO	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	NA	0,00	474,74	23,38	0,00	485,87	40,13
					CONVENCIONAL	RESIDENCIAL	RESIDENCIAL	NA	0,00	474,74	23,38	0,00	485,87	40,13
					PRE-PAGAMENTO	RESIDENCIAL	BAIXA RENDA <sup>(1)</sup>	NA	0,00	382,88	16,56	0,00	385,53	32,49

Fonte: (ANEEL, 2024)

Esse valor da tarifa pode ter sofrido alterações devido às bandeiras tarifárias em vigor no Brasil no momento em que a fatura foi emitida. O valor da tarifa cobrado pela distribuidora pode ser visualizado na figura 67.

Figura 67: Tarifa aplicada para Ere na fatura

LANÇAMENTOS	QUANTIDADE	TARIFA	VALOR
PRODUTO			
CONSUMO FP	80.341,20	0,115615	9.288,65
CONSUMO HR C/ DESC. 80%	59.840,70	0,023123	1.383,70
CONSUMO P	1.118,18	1,857482	2.077,00
DEMANDA	598,9260	29,805003	17.850,99
DMCR	23,8700	29,805003	711,56
PARCELA TE FP	80.341,20	0,317313	25.493,31
PARCELA TE HR C/ DESC. 80%	59.840,70	0,063463	3.797,67
PARCELA TE P	1.118,18	0,497584	556,39
UFER FP	28.415,25	0,333669	9.481,29
UFER HR	3.191,85	0,333669	1.065,02
UFER P	8.157,12	0,333669	2.721,78
BENEFÍCIO TARIFÁRIO BRUTO			20.725,41
BENEFÍCIO TARIFÁRIO LÍQUIDO			-17.537,15

Fonte: (EQUATORIAL, 2024e)

Cálculo da Ere para o horário de ponta:

$$Ere = \sum_{T=1}^n \left[ EEAM_t \times \left( \frac{fr}{ft} - 1 \right) \right] \times VRere$$

$$Ere = \left[ 1.118,18 \times \left( \frac{0,92}{0,1107} - 1 \right) \right] \times VRere$$

$$Ere = 8.174,73 \text{ kVArh} \times 0,333669$$

$$Ere = 2.727,65 \text{ reais}$$

Cálculo da Ere para o horário de fora de ponta:

$$Ere = \sum_{T=1}^n \left[ EEAM_t \times \left( \frac{fr}{ft} - 1 \right) \right] \times VRere$$

$$Ere = \left[ 80.341,20 \times \left( \frac{0,92}{0,7260} - 1 \right) \right] \times VRere$$

$$Ere = 21.468,58 \text{ kVArh} \times 0,333669$$

$$Ere = 7.163,40 \text{ reais}$$

É possível identificar a comparação de valores em kvarh entre o valor calculado e o valor faturado na tabela 14.

Tabela 14: Comparação de Ere calculado e faturado

<b>Posto Horário</b>	<b>Ere Calculado (kvarh)</b>	<b>Ere na fatura (kvarh)</b>	<b>Diferença em reais (R\$)</b>	<b>Erro percentual</b>
Ponta	8.174,73	8.157,12	-5,88	0,21%
Fora de ponta	21.468,58	28.415,25	2.317,89	32,35%
Horário reservado	0	3.191,85	1.065,02	-
Total	42.403,75	39.764,22	3.377,03	34,14%

Fonte: Autor

Através da comparação apresentada na tabela, foi notado uma diferença de R\$ 3.377,03 reais a mais cobrado nessa fatura. É possível perceber que o valor da Ere para o horário de ponta foi bastante próximo. No entanto, os valores para os horários fora de ponta e reservado apresentaram diferenças entre si. Essa discrepância pode ter sido causada pelo fato de que o cálculo da Ere pela distribuidora de energia é dividido por períodos, e não de forma global. Outra possibilidade é que o medidor de energia esteja com erro nos parâmetros de medição.

Para dimensionar o banco de capacitores e economizar na fatura de energia, é possível calcular a quantidade de energia reativa capacitiva necessária para cada posto horário, considerando o ajuste do FP para 0,92.

Cálculo para o horário de ponta:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$0,92 = \frac{1.118,18}{\sqrt{1.118,18^2 + (10.035,384 + Qc)^2}}$$

$$Qc = -9559,042 \text{ kVArh}$$

Cálculo para o horário fora ponta:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}}$$

$$0,92 = \frac{80.341,20}{\sqrt{80.341,20^2 + (76.093,185 + Q_c)^2}}$$

$$Q_c = - 41867,98 \text{ kVArh}$$

Nesse contexto, é possível calcular a quantidade de bancos de capacitores necessários por posto horário para suprir a energia reativa capacitiva. Considerando que o máximo de kvar para bancos conectados em 380 V é de 60 kvar (SIEMENS, 2016), deve-se determinar o número de horas de operação por posto horário para converter kvarh em kvar (ANEEL, 2023b), que são:

- Horário de ponta são 3 horas por dia;
- Horário fora ponta são 12,5 horas por dia;

Cálculo de kvar para horário de ponta:

$$kVAr = \frac{9559,042 \text{ kVArh}}{3 \text{ horas} \times 30 \text{ dias}} = 106,21 \text{ kVAr}$$

Cálculo do kvar para horário fora ponta:

$$kVAr = \frac{41867,98 \text{ kVArh}}{12,5 \text{ horas} \times 30 \text{ dias}} = 111,65 \text{ kVAr}$$

Assim, como o banco de capacitores é limitado a 60 kvar, são necessários dois bancos de capacitores, que devem ser conectados em paralelo para fornecer 120 kvar, atendendo à demanda dessa instalação.

Portanto, com o banco de capacitores injetando a energia calculada nos horários específicos, é possível economizar R\$ 13.268,09 por mês, valor correspondente à Ere (UFER) na fatura, o que resultaria em uma economia anual de aproximadamente R\$ 160.000,00. Os valores desse banco de capacitores giram em torno de R\$ 6.600,00, o que torna o investimento atrativo, considerando que o *payback* ocorreria em menos de um mês.

#### **4.5. Considerações finais**

Os estudos de caso apresentados neste capítulo demonstraram a importância de uma análise detalhada da fatura de energia e das oportunidades que podem ser implementadas. Foi possível identificar ajustes pontuais que não apenas promovem eficiência energética, mas também geram economia para os proprietários de unidades consumidoras do grupo A.

### **5. CONCLUSÕES**

Este trabalho apresentou uma análise detalhada do processo de faturamento para consumidores do Grupo A, destacando os principais componentes tarifários e os desafios enfrentados pelas unidades consumidoras de grande porte no Brasil. A partir dos estudos de caso analisados, foi possível identificar discrepâncias entre os valores registrados na memória de massa e aqueles cobrados nas faturas de energia, apontando para a necessidade de maior atenção nas auditorias e revisões dos dados pela concessionária e pelos consumidores.

A memória de massa é uma ferramenta essencial para registrar com precisão o consumo e a demanda, além de identificar oportunidades de otimização no uso de energia. Soluções como bancos de capacitores, correção do fator de potência e ajuste da demanda contratada permitem reduzir custos e melhorar a eficiência energética. Com um correto dimensionamento das demandas e uma gestão eficiente da energia reativa, é possível evitar penalidades e diminuir os custos operacionais, beneficiando tanto consumidores quanto distribuidoras.

Este estudo reforça, ainda, sua contribuição para o ODS 7 - Energia Limpa e Acessível (NAÇÕES UNIDAS, 2024), ao promover práticas de eficiência energética e otimização do consumo, o que leva a uma gestão mais sustentável dos recursos energéticos e à redução de desperdícios. Ao incentivar o uso racional e econômico da energia, o trabalho avança na direção de um setor elétrico mais consciente e sustentável, em consonância com os objetivos globais de ampliar o acesso à energia de qualidade e incentivar o uso eficiente de recursos naturais.

Por fim, sugere-se que futuras pesquisas abordem a evolução tecnológica no setor de medição e faturamento de energia, bem como o impacto das políticas tarifárias sobre a sustentabilidade financeira dos grandes consumidores e das distribuidoras de energia.

## 6. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C. K.; SADIKU, M. N. O. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5. ed. [s.l: s.n.].

ANEEL. **Resolução normativa nº 1.000**. , 7 dez. 2021. Disponível em:  
<<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>>. Acesso em: 15 set. 2024

ANEEL. **PRORET - Resolução normativa ANEEL nº 1.003**. [s.l: s.n.]. Disponível em:  
<<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20221003.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2024a.

ANEEL. Resolução Normativa Nº 1.047. p. 1–5, 8 nov. 2022b.

ANEEL. Norma técnica nº 237/2022. v. 1, p. 1–12, 22 dez. 2022c.

ANEEL. **Resolução normativa ANEEL nº 1.059**. [s.l: s.n.]. Disponível em:  
<<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231059.html>>.

ANEEL. **Resolução Homologatória nº 3.279**. [s.l: s.n.].

ANEEL. **Resolução Homologatória nº 3.407**. [s.l: s.n.]. Disponível em:  
<<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20243407ti.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

CAS TECNOLOGIA. Soluções para Redes Inteligentes. **Gastronomía ecuatoriana y turismo local**, v. 1, n. 69, p. 5–24, 1967.

EQUATORIAL. Medidor com remota. 2024a.

EQUATORIAL. Memória de massa UC 10038247982. 2024b.

EQUATORIAL. histórico de demanda. p. 1–1, 2024c.

EQUATORIAL. demanda de ultrapassagem. p. 1, 2024d.

EQUATORIAL. Lançamentos da Fatura. p. 1–1, 2024e.

EQUATORIAL. Lançamentos da MM. p. 1–1, 2024f.

EQUATORIAL. Fatura UC 10038247982. p. 8480, ago. 2024g.

EQUATORIAL. Memória de massa UC 10019669567. ago. 2024h.

EQUATORIAL. Fatura UC 10019669567. p. 1–4, ago. 2024i.

EQUATORIAL. Memória de massa UC 10011474414. ago. 2024j.

EQUATORIAL. Fatura UC 10011474414. ago. 2024k.

EQUATORIAL - VALOR DA CONTA. **Minha conta veio alta, preciso entender por que - Equatorial Energia Goiás.** Disponível em: <<https://go.equatorialenergia.com.br/perguntas-frequentes-2/minha-conta-veio-alta-preciso-entender-porque/>>. Acesso em: 14 out. 2024.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais.** 9. ed. [s.l: s.n.], v. 1

MATTEDE. **Fator de potência – O que é e como calcular!** Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/fator-de-potencia-o-que-e-como-calcular/>>. Acesso em: 12 out. 2024.

MOTTA, L. et al. Análise do fator de potência em edifício com sistema fotovoltaico. **FotoVolt**, v. 14, p. 16–18, jan. 2018.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em:  
<<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

PRODIST. **PRODIST - Resolução normativa ANEEL nº 956**. [s.l: s.n.]. Disponível em:  
<<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021956.html>>. Acesso em: 15 ago. 2024.

SIEMENS. **Soluções para Correção do Fator de Potência**. [s.l: s.n.]. Disponível em:  
<<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f86fb77b-68fc-4155-bfa9-87f7d0cc7586/version:1612447284/catalogo-cfp-2016-pt.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2024.