



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE  
CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU**



**DANILO SATLER AGUIAR SILVA**

**Instalação de medidor de energia dedicado com acesso remoto aos dados de Medição no Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

**Ouro Preto, 2023**

**DANILO SATLER AGUIAR SILVA**

**Instalação de medidor de energia dedicado com acesso remoto aos dados de Medição no Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Antonio Santos Sánchez, Doutor em Engenharia Industrial.

Co-orientador: : Prof. Paulo Marcos de Barros Monteiro, Doutor em Engenharia Agrícola

Ouro Preto  
Escola de Minas – UFOP  
Maio/2023



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Danilo Satler Aguiar Silva**

### **Instalação de Medidor de Energia Dedicado com Acesso Remoto aos Dados de Medição no Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação

Aprovada em 22 de maio de 2023.

Membros da banca

[Doutor] - Antonio Santos Sanchez - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutor] - Paulo Marcos de Barros Monteiro - Coorientador (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Doutor] - Luiz Fernando Rispoli Alves - Convidado (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Mestre] - Diógenes Viegas Mendes Ferreira - Convidado (Universidade Federal de Ouro Preto)

[Mestre] - João Carlos Vilela de Castro - Convidado (Universidade Federal de Ouro Preto)

Paulo Marcos de Barros Monteiro, coorientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/05/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Marcos de Barros Monteiro, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/05/2023, às 15:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0529840** e o código CRC **104F243B**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio e o incentivo da minha mãe que sempre lutou e apoiou os estudos dos filhos. Ao meu tio João Cornélio que incentivou e acreditou, me dando desafios a serem estudados e solucionados. Ao meu pai, que apesar da distância apoiou e dentro das possibilidades se fez presente. A minha querida esposa Ana Flávia, que dedicou horas de trabalho para ajudar a corrigir e a formatar este trabalho, além do apoio a esta conquista.

## RESUMO

Tendo em vista a necessidade de aferição e melhor gerenciamento do consumo elétrico do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro, este trabalho apresenta um estudo de identificação e implementação de um método e equipamento de aferição do consumo elétrico do local em questão. O objetivo é o monitoramento remoto de consumo, concomitante ao repasse, em valores reais, aos entes terceirizados, além de apresentar baixo custo operacional e grande eficiência no processo de medição. Durante o trabalho é detalhado os motivos dos sistemas anteriores serem substituídos e as características que fizeram o atual sistema ser implementado.

**Palavras-chaves:** Eficiência. Energia elétrica. Aferição de consumo energético.

## ABSTRACT

Bearing in mind the need to measure and better manage the electrical consumption of the University Restaurant on the Morro do Cruzeiro Campus, this work presents a study to identify and implement a method and equipment to measure the electrical consumption of the site in question. The objective is the remote monitoring of consumption, concomitantly with the transfer, in real values, to outsourced entities, in addition to presenting low operating costs and great efficiency in the measurement process. During the work, the reasons for the replacement of previous systems and the characteristics that made the current system to be implemented are detailed..

**Key-words:** Efficiency. Electricity. Measurement of energy consumption.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira (EPE2021) .....	13
Figura 2 - Tarifa Branca. Horários de Ponta e Horário Intermediário .....	15
Figura 3 - Medidor de Consumo Elétrico Analógico.....	20
Figura 4 - Medidor de Consumo Elétrico Digital .....	21
Figura 5 - Medidor de Consumo Elétrico Bidirecional.....	22
Figura 6 - Medidor ISSO T5T.....	23
Figura 7 Fluxograma isso 50001 PDCA .....	28
Figura 8 - QGBT Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro durante medição preliminar .....	33
Figura 9 - MEDIDOR ISSO T5T na caixa de medição .....	35
Figura 10 - Consumo elétrico real 07/2019 .....	39
Figura 11 - Dados detalhados de consumo .....	40

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Valores Tarifas Demanda fonte própria com dados da Cemig.....	16	
Tabela 2 - Bandeiras tarifárias 2015 a 2022 fonte própria com dados da EDP Brasil (EDP)		18
Tabela 3 - Estimativa do consumo elétrico mensal.....	39	
Tabela 4 - Estimativa de custo do consumo elétrico mensal .....	39	

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1	Apresentação do trabalho.....	9
1.2	Objetivos gerais e específicos.....	9
1.3	Justificativa do trabalho.....	10
1.4	Estrutura do trabalho.....	10
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
2.1	Gestão tarifária.....	11
2.1.1	Conceitos fundamentais.....	11
2.1.2	Tarifas Elétricas.....	12
2.1.3	Grupos consumidores.....	12
2.1.4	Período úmido e seco.....	13
2.1.5	Tarifa convencional.....	14
2.1.6	Tarifa Horo sazonal.....	14
2.1.7	Bandeiras tarifárias.....	17
2.1.8	Crise hídrica Nacional.....	19
2.2	Medição de Energia.....	19
2.2.1	Tipos de medidores.....	19
2.2.2	Medidores analógicos.....	20
2.2.3	Medidores Digitais.....	20
2.2.4	Medidor Bidirecional.....	21
2.2.5	Medidores de qualidade de energia.....	22
2.2.6	Medidor Isso T5T.....	23
2.2.6.1	Características gerais.....	23
2.2.6.2	Função Amperímetro.....	23
2.2.6.3	Função Voltímetro.....	24
2.2.6.4	Potência ativa.....	24
2.2.6.5	Potência Reativa.....	24
2.2.6.6	Potência aparente.....	25
2.2.6.7	Balanceamento de carga.....	25
2.2.6.8	Fator de potência.....	26
2.3	Importância do monitoramento na gestão de energia.....	27
2.3.1	Medição e verificação.....	27
2.3.2	Norma ISO 50001 Sistema de gestão de energia.....	27
2.4	Curva de carga.....	29
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>31</b>
3.1	Caracterização da área de estudo.....	31
3.2	Dados Preliminares.....	31
3.3	Metodologia.....	31
3.3.1	Estrutura energética da UFOP.....	31
3.3.2	Medição em baixa tensão.....	32
3.3.3	Medição preliminar.....	32
3.3.4	Definição do ponto de medição.....	34
3.3.5	Escolha do medidor.....	34
3.3.6	Instalação do medidor.....	36
3.3.7	Coleta de dados.....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>43</b>
•	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
•	<b>ANEXO I ESTUDO PRELIMINAR DO CONSUMO ENERGETICO DO RESTALRANTE UNIVERSITARIO MORRO DO CRUZEIRO.....</b>	<b>46</b>

- ANEXO II– SIMULAÇÃO DE SENARIOS EM ESTUDO PRELIMINAR DE REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGETICO DO RESTAURANTE UNIVERSITARIO MORRO DO CRUZEIRO ..... 54

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Apresentação do trabalho**

Foi solicitado pela Gestão de Planejamento da Universidade Federal de Ouro Preto, através da Pró Reitoria de Planejamento, uma maneira mais eficiente de aferição do consumo energético de pontos terceirizados da instituição, como cantina, copiadora, restaurante, entre outros, a fim de repassar o custo do consumo para a responsabilidade dos mesmos.

Este estudo justifica-se, portanto, pela necessidade de melhoria dos sistemas de medição e de cobrança atuais, uma vez que a estimativa de consumo utilizada gerava custos de energia não utilizados ao contratante, ou custos excedentes à instituição.

Muitos dos pontos de medição terceirizados da UFOP já possuem medidores analógicos, mas pela quantidade elevada de pontos a serem aferidos de forma a atender o sistema horo sazonal por parte da instituição, tornou-se inviável no quesito logístico, já que verificar consumo de horário de ponta de maneira manual em todos os pontos da instituição demandaria um grande número de servidores e precisão. Posto isso, foi identificado uma solução viável para esta medição: a instalação de um medidor de energia com medição no sistema horo sazonal, que será melhor descrita no decorrer deste trabalho.

## **1.2 Objetivos gerais e específicos**

Encontrar uma solução viável para a Universidade quanto ao registro do consumo real de energia de setores individuais, com ênfase inicialmente aos pontos terceirizados (começando pelo maior consumidor dentre eles: o Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro).

Instalação de um medidor de qualidade de energia no quadro que atualmente atende o Restaurante universitário do Campus Morro do Cruzeiro, com início de operação em 11/06/2019.

Estudar a importância do monitoramento do consumo de energia em Sistemas de Gestão de Energia de empresas e instalações.

### **1.3 Justificativa do trabalho**

A necessidade de execução deste estudo se mistura com a própria política de eficiência da instituição, uma vez que, identificando os pontos de consumo energético atípicos, é possível intervir de maneira eficiente na redução do consumo e conseqüentemente, no custo total de energia elétrica.

O repasse real de consumo energético aos setores terceirizados é de suma importância para a política de eficiência da instituição, visto que o método anterior não incitava um consumo consciente. Com a adoção, pelos usuários, das políticas de consumo energético indicadas, obtemos redução de consumo, conseqüentemente de custos.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

Este trabalho se divide em 4 partes principais: um estudo teórico de como funciona o sistema de tarifação no Brasil, que englobam características técnicas do sistema de medição elétrica e parâmetros elétricos que podem ser medidos, os quais possuem relevância à tarifação e eficiência energética.

Um estudo teórico de como funcionam os medidores de energia mais comuns.

Estudo prático de qual o melhor medidor de energia para o Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro, com definição de características necessárias para a instalação e implementação do mesmo.

E por fim, a apresentação de resultados práticos após a instalação do medidor, perfil de consumo e medições realizadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Gestão tarifária

A gestão tarifária tem como objetivo reduzir o custo de energia elétrica. Para melhor compreensão de como devemos atuar, devemos inicialmente compreender conceitos utilizados e como as tarifas são cobradas pelas empresas que comercializam energia elétrica.

Conhecendo os conceitos da tarifa energética, se faz necessário entender como é feita a medição elétrica, pois a partir da mesma é possível analisar o consumo do cliente e verificar a melhor maneira de intervir.

Concluindo o processo, deve-se utilizar ferramentas de eficiência energética para otimizarmos o consumo e reduzir o custo final da conta de energia.

#### 2.1.1 Conceitos fundamentais

Para melhor entendimento deste trabalho, temos que ter em mente que a energia elétrica é um insumo necessário para a produção de refeições no Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro e este insumo tem um custo. Com base no MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA DA CEMIG (Cemig 2016) e Resolução ANEEL nº 1000/2021, são detalhados alguns termos comuns utilizados na gestão tarifária:

- i) concessionária: agente titular de concessão federal para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica, doravante denominado "distribuidora"
- ii) consumidor: pessoa física ou jurídica que solicite o fornecimento do serviço à distribuidora, assumindo as obrigações decorrentes desta prestação à sua unidade consumidora
- iii) potência ativa: quantidade de energia elétrica solicitada por unidade de tempo, expressa em quilowatts (kW)
- iv) carga instalada: soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW)
- v) energia elétrica ativa: aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, expressa em quilowatts-hora (kWh)
- vi) energia elétrica reativa: aquela que circula entre os diversos campos elétricos e magnéticos de um sistema de corrente alternada, sem produzir trabalho, expressa em quilovolt-ampère-reactivo-hora (kvarh)

- vii) demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW)
- viii) fator de demanda: razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada na unidade consumidora
- ix) horário de ponta: período composto por 3 (três) horas diárias consecutivas definidas pela distribuidora considerando a curva de carga de seu sistema elétrico, aprovado pela ANEEL para toda a área de concessão, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais;
- x) horário fora de ponta: período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta;

### 2.1.2 Tarifas Elétricas

A tarifa de energia elétrica no Brasil tem valores diferentes de acordo com o tipo de consumidor, ou seja, a conta de energia elétrica pode ser diferente de acordo com a finalidade do seu fornecimento. Estes dados estão descritos pela RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 1000/2021, redigida pela ANEEL. Segundo a CEMIG (CEMIG 2022): “A conta de luz corresponde aos valores necessários para a compra da energia, os custos da transmissão e da distribuição, além de encargos setoriais e tributos”.

Esses conceitos também foram detalhados pelo Ministério de Minas e Energia (MME)

*“Para cumprir o compromisso de fornecer energia elétrica com qualidade, a distribuidora tem custos que devem ser avaliados na definição das tarifas. A tarifa considera três custos distintos: Energia Comprada + Transporte de energia até as unidades consumidoras (transmissão e distribuição) + Encargos Setoriais.” (ANEEL 1000/2021)*

Em todos os produtos ou serviços que consumimos estão embutidos impostos e taxas. No caso da energia elétrica, conforme o Ministério de Minas e Energia (MME), os impostos atrelados são o PIS/COFINS, o ICMS e a taxa de Contribuição para iluminação pública.

### 2.1.3 Grupos consumidores

Como pode ser verificado na Resolução ANEEL 1000/2021, os grupos tarifários no Brasil, no sistema cativo, podem ser subdivididos em dois grupos primários, denominados Grupo A e Grupo B, posteriormente subdivididos. A grande diferença entre estes dois grupos é a tensão da energia elétrica fornecida.

*grupo A: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão maior ou igual a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão menor que 2,3 kV, e subdividido nos seguintes subgrupos:*

- a) subgrupo A1: tensão de conexão maior ou igual a 230 kV;*
- b) subgrupo A2: tensão de conexão maior ou igual a 88 kV e menor ou igual a 138 kV;*
- c) subgrupo A3: tensão de conexão igual a 69 kV;*
- d) subgrupo A3a: tensão de conexão maior ou igual a 30 kV e menor ou igual a 44 kV;*
- e) subgrupo A4: tensão de conexão maior ou igual a 2,3 kV e menor ou igual a 25 kV; e*
- f) subgrupo AS: tensão de conexão menor que 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição;*

*grupo B: grupamento composto de unidades consumidoras com conexão em tensão menor que 2,3 kV e subdividido nos seguintes subgrupos:*

- a) subgrupo B1: residencial;*
  - b) subgrupo B2: rural;*
  - c) subgrupo B3: demais classes; e*
  - d) subgrupo B4: Iluminação Pública;*
- (ANEEL 1000/2021)*

#### 2.1.4 Período úmido e seco

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE 2021), a geração de energia Brasileira é predominantemente hidráulica, totalizando incríveis 62% de produção energética por esse método.

Neste sentido, se faz importante analisarmos a grande necessidade e utilização de recursos hídricos na geração de energia do país, como podemos ver na figura 1.

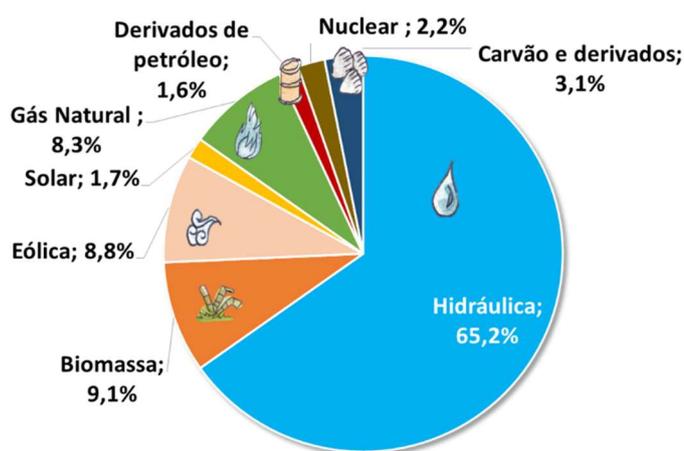


Figura 1 - Matriz Elétrica Brasileira (EPE2021)

Segundo Santos (2016), temos um período de maior pluviosidade no Brasil entre dezembro e abril, aumentando os volumes nos reservatórios. Já nos outros meses do ano temos o período seco, no qual consumimos a reserva hídrica acumulada.

#### 2.1.5 Tarifa convencional

A tarifa convencional é a tarifa que é fornecida em baixa tensão, ou seja, aquela que contratamos em nossas casas e estabelecimentos comerciais. Esta é, em sua grande maioria, para os consumidores do grupo B, e fornecidas em 127v ou 220V, dependendo da região do país onde o cliente contrata a energia.

A PROCEL (PROCEL 2001) ressalva que a cobrança da tarifa convencional é um valor fixo por kwh contratado, independente do horário de utilização.

Como exemplo, supondo que a tarifa elétrica fosse R\$1,00 por Kwh e o consumidor tivesse um consumo de 100 Kwh durante 30 dias o valor referente ao consumo elétrico seria de R\$100,00.

No valor final da tarifa de energia podem ser acrescidos valores de impostos e da taxa de iluminação pública, como regulamenta a ANEEL(ANEEL 1000/2021).

Se o cliente da tarifa convencional precisar reduzir o custo da fatura elétrica, obrigatoriamente deverá reduzir seu consumo total.

#### 2.1.6 Tarifa Horo sazonal

A tarifação horo sazonal, diferentemente da tarifa convencional, tem custos de acordo com o horário de utilização. Logo, para o menor custo de energia, o consumidor deve verificar o melhor horário para utilizar diferentes equipamentos, considerando a necessidade, o nível de consumo dos equipamentos e a variação tarifária em diferentes horários.

No Brasil, temos a tarifa horo sazonal para os Grupos A e B, sendo que no grupo B esta tarifa é facultativa, denominada tarifa branca. No grupo A temos a tarifa verde e tarifa azul, ambas horo sazonal. (ANEEL 1000/2021).

- Tarifa branca:

A tarifa branca é a modalidade horo sazonal, opcional para os clientes do grupo de consumo B. Nessa modalidade, o custo do Kwh tem três valores durante o dia: horário de ponta, horário intermediário e horário fora de ponta.

Usamos o exemplo do dia 30/03/2022, na concessionária Cemig, com as tarifas em bandeira verde, na modalidade residencial: horário de ponta R\$1,170450, horário intermediário R\$0,765210, horário fora de ponta R\$0,508980 (CEMIG 2022).

Para a tarifa branca ser realmente uma fonte de economia para o cliente, ele deve conseguir deslocar seu consumo para o horário fora de ponta. Na Figura 2 podemos verificar uma publicação da ANEEL, em uma rede social, com os horários de cada cobrança para a concessionária CEMIG para janeiro de 2020.



Figura 2 - Tarifa Branca. Horários de Ponta e Horário Intermediário

- Tarifa verde:

Tarifa verde é uma forma de tarifação para consumidores com fornecimento de energia com tensão igual ou superior a 2,3 KV. Estes consumidores têm a possibilidade de optar pela tarifa verde ou azul, até o limite de tensão de 69 KV. A partir de 69 KV, obrigatoriamente, utilizarão a tarifa azul (ANEEL 1000/2021).

Na modalidade de tarifa verde, são cobrados do consumidor valores de demanda contratada, em valor único, durante todo o dia e de tarifa de energia, divididos em horário de ponta e horário fora de ponta (ANEEL 1000/2021).

- Tarifa azul:

A modalidade de tarifa azul, obrigatória para consumidores com fornecimento de energia igual ou superior a 69 KV, muito se assemelha a tarifa verde, mas, com a cobrança da demanda em horário de ponta e fora de ponta (ANEEL 1000/2021).

- Demanda Contratada

A demanda contratada, em uma simplificação, é a quantidade máxima de energia elétrica a ser utilizada em um curto intervalo de tempo. De acordo com a ANEEL (ANEEL 1000/2021) para calcularmos a demanda, devemos integrar o consumo instantâneo por um período de 15 minutos. Este é um ponto de atenção, pois, poderemos ter valores diferentes de demanda se o intervalo de integração for diferente.

A demanda tem um valor a ser cobrado na concessionária Cemig no grupo A. Podemos verificar na Tabela 1, os valores das tarifas de demanda nos diferentes grupos tarifários, válidos no mês de abril de 2022 (Cemig 2022).

Grupo Tarifário	Demanda Ponta	Ultrapassagem Demanda Ponta	Demanda Fora Ponta	Ultrapassagem Demanda Fora Ponta
A2 Azul	R\$ 13,98	R\$ 27,96	R\$ 6,07	R\$ 12,14
A3 Azul	R\$ 21,54	R\$ 43,08	R\$ 7,94	R\$ 15,88
A3A Azul	R\$ 44,90	R\$ 89,80	R\$ 14,86	R\$ 29,72
A4 Azul	R\$ 44,90	R\$ 89,80	R\$ 14,86	R\$ 29,72
AS Azul	R\$ 71,00	R\$ 142,00	R\$ 15,47	R\$ 30,94
A3A Verde	R\$ 14,86	R\$ 29,72	R\$ 14,86	R\$ 29,72
A4 Verde	R\$ 14,86	R\$ 29,72	R\$ 14,86	R\$ 29,72

Tabela 1 - Valores Tarifas Demanda fonte própria com dados da Cemig

Considerando os consumidores de energia do grupo A, que possuem este tipo de cobrança, a importância da demanda está diretamente ligada a carga máxima a ser consumida em um intervalo de tempo. Para a concessionária de energia, este dado é necessário para o devido dimensionamento do sistema de distribuição.

Como exemplo, imaginemos que uma rede de distribuição que atende apenas consumidores do grupo A foi dimensionada para uma carga de 5 MW/h, com uma margem de folga de 10%. Se todos os consumidores ultrapassarem a demanda em 20% da demanda contratada, a proteção de segurança da rede irá atuar, gerando a falta de energia na rede.

A ultrapassagem de demanda pode gerar prejuízo a concessionária, como o não fornecimento de energia a determinados grupos consumidores. Nesse sentido, como vimos na tabela 1, os valores de ultrapassagem são mais relevantes para desincentivar a ocorrência de ultrapassagem de demanda por parte do consumidor.

Podemos verificar no gráfico 1 a Demanda do Restaurante Universitário do Morro do Cruzeiro, na data de 29/06/2022.

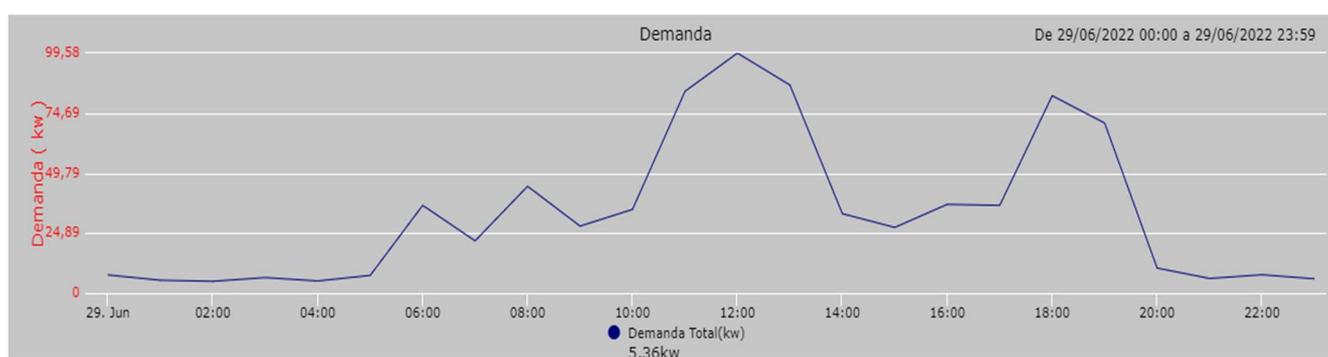


Gráfico 1 - Demanda consumida Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro em 29/06/2022

### 2.1.7 Bandeiras tarifárias

Bandeiras tarifárias são valores acrescentados à conta de energia elétrica, de acordo com o consumo de energia. Essas taxas são divididas em: bandeira verde; bandeira amarela; bandeira vermelha patamar 1; bandeira vermelha patamar 2, bandeira vermelha de escassez hídrica (CEMIG 2022).

*“Na bandeira verde, que representa condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo.*

*Com a bandeira amarela, que representa a geração em condições menos favoráveis, a tarifa sofrerá acréscimo de R\$ 1,874 a cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumido. (Valor informado sem cálculo de impostos).*

*Bandeira vermelha – Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 3,971 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumido.*

*Bandeira vermelha – Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 9,492 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumido.*

*Bandeira escassez hídrica – patamar especial criado por determinação da Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG\*) para custear com recursos da bandeira tarifária os custos excepcionais do acionamento de usinas térmicas e da importação de energia. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 14,20 para cada 100 quilowatt-hora (kWh) consumido.” (CEMIG 2022)*

Na Tabela 2 podemos verificar o histórico das bandeiras tarifárias, desde sua criação em janeiro de 2015 até março de 2023. (EDP)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	Vermelha	Vermelha	Verde	Verde	Verde	Amarela	Amarela	Escassez Hídrica	Verde
	Vermelha	Vermelha	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarela	Escassez Hídrica	Verde
	Vermelha	Amarela	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarela	Escassez Hídrica	Verde
	Vermelha	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarela	Escassez Hídrica até dia 15	
								Verde após dia 15	
	Vermelha	Verde	Vermelha P1	Amarela	Amarela	Verde	Vermelha P2	Verde	
	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha P2	Verde	Verde	Vermelha P2	Verde	
	Vermelha	Verde	Verde	Vermelha P2	Amarela	Verde	Vermelha P2	Verde	
	Vermelha	Verde	Vermelha P1	Vermelha P2	Vermelha P1	Verde	Vermelha P2	Verde	
	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha P2	Vermelha P1	Verde	Escassez Hídrica	Verde	
	Vermelha	Verde	Vermelha P2	Vermelha P2	Amarela	Verde	Escassez Hídrica	Verde	
	Vermelha	Amarela	Vermelha P2	Amarela	Vermelha P1	Verde	Escassez Hídrica	Verde	
	Vermelha	Verde	Vermelha P1	Verde	Amarela	Verde	Escassez Hídrica	Verde	

Tabela 2 - Bandeiras tarifárias 2015 a 2022 fonte própria com dados da EDP Brasil (EDP)

### 2.1.8 Crise hídrica Nacional.

Considerando a matriz energética Brasileira, onde a geração de energia é majoritariamente hidroelétrica, dependemos de questões climáticas para a produção de energia elétrica e, sempre que há uma alteração nos padrões de chuva com maior relevância, temos alterações nos padrões de produção.

Quando temos uma grande seca como a ocorrida em 2001, temos uma maior necessidade de acionar outras formas de geração de energia, normalmente acionando usinas termoeletricas, onde o maior custo de produção se dá em função da necessidade de uso de combustíveis fósseis.

Em 2001 tivemos o racionamento de energia elétrica, pois, o sistema elétrico entrou em alerta e se não houvesse uma redução no consumo poderíamos entrar em colapso. Em 18 de maio de 2001 foram iniciadas as primeiras medidas de racionamento, que duraram até 1 de março de 2002. A justificativa para este racionamento foi o risco de falhas generalizadas no fornecimento de energia elétrica. (apagao2001).

A maior meta de redução de consumo foi de 20% em horário de pico, se comparado ao consumo do ano anterior, havendo benefícios para os consumidores que atingiram a redução e penalidades a consumidores que ultrapassavam as metas, ou que aumentaram o consumo, (apagao2001).

Como solução a esse cenário, foi criado pela ANA (Agencia Nacional de Águas), o Plano Nacional de Segurança Hídrica, que traz relatórios técnicos sobre a situação hídrica no Brasil, tanto para o fornecimento de água para consumo, como para geração de energia. Este relatório traz resumo das ações em andamento, projetos a serem iniciados e concluídos, afim de garantir a segurança hídrica nacional.

## **2.2 Medição de Energia**

A medição de energia elétrica no modelo que utilizamos para comprar energia é primordial, pois temos a possibilidade de utilizar a mesma quando e como necessitarmos. Diferente de uma bateria carregada, que tem um limite de carga, a energia que chega a nossas tomadas pode ser utilizada de maneira constante, sem precisar ser substituída ou recarregada. Posto isto, a medição quantitativa energética utilizada se faz imprescindível e os medidores de energia fazem este trabalho para nós.

### 2.2.1 Tipos de medidores

Existem dois grupos principais de tarifação: o grupo A e o grupo B, que utilizam diferentes medidores, os quais podem ser analógicos, eletrônicos, bidirecionais, e medidores de qualidade de energia.

### 2.2.2 Medidores analógicos

Os Medidores analógicos são considerados antigos no quesito tecnológico, todavia, ainda são utilizados em muitas residências e comércios, pois, o custo de substituição por um modelo mais tecnológico seria inviável, se considerarmos sua precisão e qualidade de medição. Esta substituição está acontecendo com maior frequência, quando os medidores analógicos apresentam falhas de medição.

Nos medidores analógicos, segundo Solon Medeiros Filho (Solon), a carga utilizada no circuito elétrico medido gera um campo magnético, cuja intensidade gira um sistema de engrenagens, logo, a quantidade de voltas dadas pelo sistema é a quantidade de energia utilizada. Na Figura 3 vemos um exemplo de um medidor analógico.



Figura 3 - Medidor de Consumo Elétrico Analógico

### 2.2.3 Medidores Digitais

Os medidores digitais garantiram um avanço no âmbito tecnológico de medição, podendo chegar a níveis de erro inferiores a 0,02%.

A redução do custo de produção do equipamento, com o avanço tecnológico, possibilitou o aumento da adesão a esse tipo de medidor. Vemos na Figura 4 um exemplo de medidor digital.



Figura 4 - Medidor de Consumo Elétrico Digital

#### 2.2.4 Medidor Bidirecional

Utilizado em sistemas com produção e consumo de energia, como exemplo, um consumidor que possua um sistema fotovoltaico, este tipo de medidor registra a produção e o consumo de energia, para ao final do período de faturamento ser feito um balanço, que pode ser positivo ou negativo.

No Brasil os créditos de energia podem ser utilizados em até 60 meses.

Vemos na figura 5 um modelo de medidor de energia bidirecional



Figura 5 - Medidor de Consumo Elétrico Bidirecional

### 2.2.5 Medidores de qualidade de energia

Os medidores de qualidade de energia elétrica monitoram a maioria dos parâmetros elétricos, como: tensão, corrente, potência ativa, potência reativa, potência aparente, deslocamento de fase e taxa de distorção harmônica. Outro ponto importante no medidor de qualidade de energia é o data logger, que registra os parâmetros elétricos medidos. No caso específico do medidor utilizado, temos armazenamento de 30 dias off-line ou 1 ano online. A vantagem da utilização online é o monitoramento, em tempo real, de todos os parâmetros medidos e geração de alertas ao operador do sistema. Esses parâmetros podem ser configurados no software fornecido pelo fabricante, com alertas por e-mail ou sms.

O software utiliza os dados armazenados em cálculos de parâmetros importantes para o diagnóstico energético. Destacamos dois como exemplo: o gráfico da demanda diária, com intervalo de 15 minutos, como realizado pela concessionária, e o cálculo de banco de capacitor de potência, para correção do consumo de energia reativa.

## 2.2.6 Medidor Isso T5T

Foi um dos medidores utilizados no estudo de consumo energético do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro. Essa escolha se deu em função de o mesmo possuir conexão com internet que, por sua vez, foi compatível com a rede de internet utilizada pela Universidade, parâmetro essencial para as características do projeto específico.



Figura 6 - Medidor ISSO T5T

### 2.2.6.1 Características gerais

Algumas de suas características gerais são: medição dos parâmetros elétricos trifásico, com registro e acesso remoto de todos os dados medidos, em tempo real. Os parâmetros registrados foram: tensão; corrente; potência ativa, reativa e aparente e fator de potência. Em relação aos limites de operação, o equipamento trabalha com tensões alternadas em 127V, 220V, 380V. Já quanto à corrente o equipamento mede uma carga entre 0 e 1000A. Os parâmetros aqui citados estão em adequação com a proteção geral do quadro que é de 800A, com a tensão fornecida pela subestação abaixadora com tensão de 127V entre fase e neutro e 220V entre fase e fase.

### 2.2.6.2 Função Amperímetro

A função amperímetro do medidor funciona com Transformadores de Corrente (TC) 1000/5. Esta utilização se dá pela redução de custos, pois, substituindo o TC e configurando adequadamente este parâmetro no medidor, podem ser medidas cargas distintas. Outro benefício é que componentes

que trabalham com 5A de corrente máxima costumam ser de menor custo que componentes que trabalham com 1000A de corrente. Há também o benefício de redução de espaço, e para o operador a redução de risco, pois o mesmo está proporcionalmente relacionado à intensidade de corrente.

Conforme o manual do fabricante do medidor em questão, foi possível ligar os TC's até 3m de distância do mesmo, sem alterar os valores de medição. Para sua instalação em subestação, esta distância pode garantir maior segurança ao operador em caso de necessidade de manutenção ao equipamento.

#### 2.2.6.3 Função Voltímetro

A função voltímetro do medidor funciona através de quatro pontas de prova, sendo três delas, ligadas às 3 fases do sistema e a quarta ligada ao neutro ou terra, funcionando como um voltímetro digital trifásico. Estes voltímetros, segundo o manual do fabricante, suportam até 300V de tensão entre fase e neutro, margem de segurança considerável para o sistema utilizado, que nominalmente tem uma tensão de 127V entre fase e neutro.

#### 2.2.6.4 Potência ativa

Com os dados de tensão e corrente medidos diretamente pelo DMI conseguimos, através de cálculos matemáticos, obter o valor da potência ativa. Este valor é importante para o estudo tarifário, pois, é a energia que está sendo consumida pelo sistema. Como exemplo, temos a utilização de um ventilador, cuja potência ativa neste caso é a energia para girar o motor e movimentar o ar.

#### 2.2.6.5 Potência Reativa

Considerando os dados já medidos de tensão e corrente, podemos também obter a potência reativa, valor de igual relevância para o estudo tarifário, pois, é a energia utilizada pelo sistema para vencer as reações do sistema contra o movimento. Quanto menor a eficiência do equipamento, maior o custo da energia reativa, podendo, em alguns casos, ser viável a substituição do equipamento por um mais eficiente, pois a economia de energia paga o custo do novo equipamento.

Outro ponto da energia reativa é que, dependendo do contrato de energia com a concessionária, pode haver tarifação sobre o excesso de energia reativa. Para evitar este valor de

multa, temos duas alternativas: a substituição dos equipamentos por equipamentos mais eficientes ou a instalação de banco de capacitores.

#### 2.2.6.6 Potência aparente

A Potência aparente é a relação entre a potência ativa e a potência reativa, dada pela relação de Pitágoras. A potência aparente seria a hipotenusa, expressa em Volt-Amper (VA), e as potências ativa e reativa seriam os catetos.

#### 2.2.6.7 Balanceamento de carga

O balanceamento de carga é outro fator indispensável na estrutura elétrica, pois, se dividirmos de maneira adequada o consumo entre as três cargas, conseguimos ter uma demanda igualitária. Por outro lado, se concentrarmos, por algum motivo, o consumo em apenas um circuito, a carga nesta fase seria muito maior, interferindo no resultado da demanda contratada.

Outro aspecto em relação ao balanceamento de cargas é a questão do dimensionamento de condutores: quanto maior a concentração de carga, maior será a seção transversal do condutor para suporta-la, logo, maior o custo de implementação do circuito. Um sistema balanceado pode, portanto, ter um menor custo na sua implementação, pois os condutores podem ser de menor seção transversal.

Podemos verificar no gráfico 2 o balanceamento de carga do Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro em 29/06/2022.

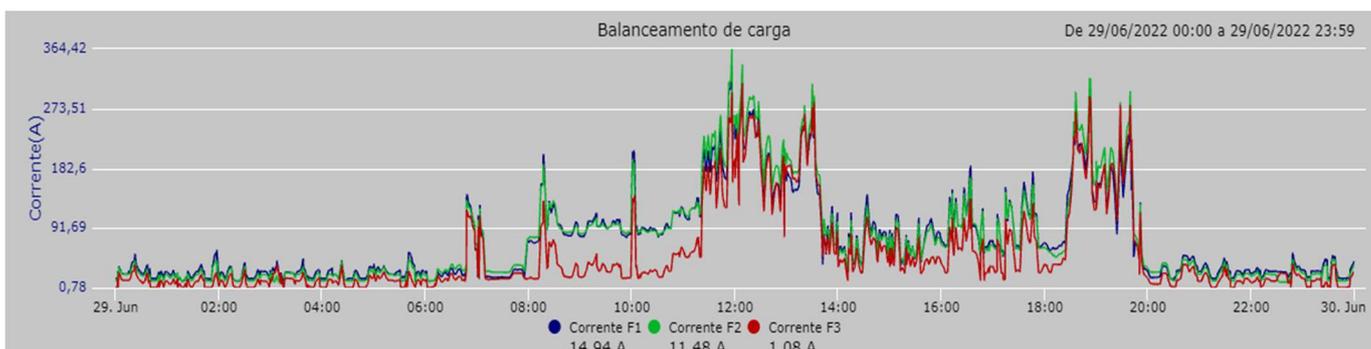


Gráfico 2 - Balanceamento de carga Restaurante Universitario Campu Morro do Cruzeiro em 29/06/2022

#### 2.2.6.8 Fator de potência.

Dizemos que o valor do fator de potência é expresso pela razão entre a potência ativa e reativa, com um valor entre 0 e 1, podendo ser resistivos ou capacitivos. O ideal é que este seja próximo a 1, mas sabemos que, de maneira prática, não conseguimos atingir um fator de potência igual a 1, pois não temos um sistema completamente eficiente.

O fator resistivo é aquele em que há resistência à realização de trabalho, ou seja, parte da energia gasta é utilizada apenas para vencer a resistência eletromagnética que é gerada em sentido oposto ao de utilização.

O fator capacitivo por sua vez, é aquele em que o acúmulo de energia no sistema é maior do que o utilizado, com descarga lenta, normalmente em sistemas com grande volume de capacitores.

De forma usual, a maioria dos sistemas elétricos têm a característica reativa. Como maneira a amenizar esta característica, utilizamos bancos de capacitores para corrigir o fator de potência resistivo até valores aceitáveis, afim de deixar a utilização mais próxima ao ideal, ou seja, próximo a 1, reduzindo assim, a possibilidade de cobrança de multa por excesso de carga reativa. Cabe ressaltar aqui, a necessidade do cuidado para que essa correção seja feita apenas no horário de utilização da carga, pois, a energia capacitiva em excesso, durante o período noturno, também pode gerar multa pela concessionária.

É comum a utilização de timer para ligar o banco de capacitores apenas no horário ativo da empresa, porém, já existem sistemas com esse controle dinâmico, mantendo a correção do fator de potência apenas de acordo com o necessário para o sistema, garantindo assim, maior eficiência na correção do fator de potência e maior vida útil dos equipamentos.

Podemos verificar no gráfico 3 o fator de potência do Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro em 29/06/2022:

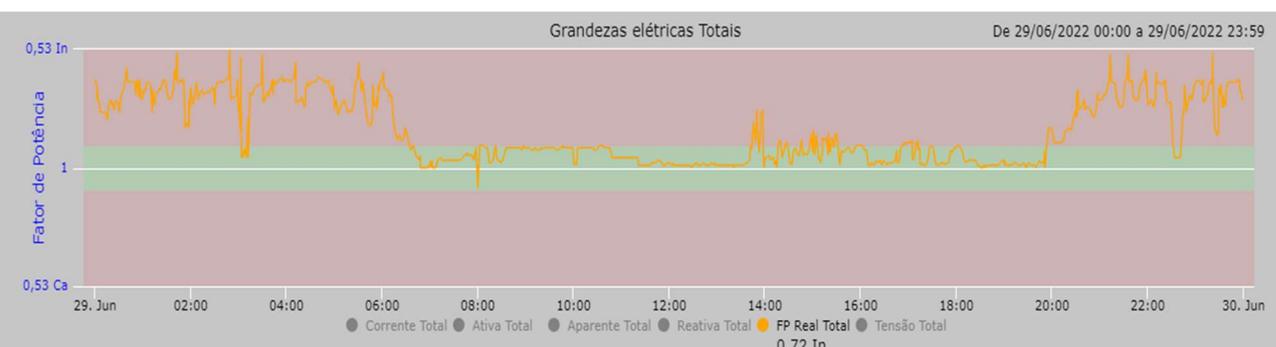


Gráfico 3 - Fator de potência Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro em 29/06/2022

## 2.3 Importância do monitoramento na gestão de energia

### 2.3.1 Medição e verificação

Medir e verificar os dados obtidos são um dos pilares de um sistema eficiente de consumo energético. A norma ISO 50001 trata de detalhes sobre os processos a serem adotados para melhor eficiência da medição e verificação.

### 2.3.2 Norma ISO 50001 Sistema de gestão de energia

Como o próprio nome já diz a norma NBR ISO 50001 trata de sistemas de gestão de energia. Estes sistemas tem a finalidade de reduzir o consumo e o custo energético, com estratégia de melhoria contínua.

*“Esta Norma baseia-se na estrutura de melhoria contínua Plan-Do-Check-Act (PDCA) e incorpora a gestão da energia nas práticas organizacionais diárias, NOTA No contexto da gestão da energia, a abordagem PDCA pode ser descrita como segue:*

- Plan (Planejar): executar a revisão energética e estabelecer a linha de base, indicadores de desempenho energético (IDEs), objetivos, metas e planos de ação necessários para obter resultados que levarão à melhoria de desempenho energético em conformidade com a política energética da organização.*
- Do (Fazer): implementar os planos de ação da gestão da energia.*
- Check (Verificar): monitorar e medir processos e características principais de operações que determinam o desempenho energético em relação à política e objetivos energéticos, e divulgar os resultados.*

— Act (Agir): tomar ações para melhorar continuamente o desempenho energético e o SGE.”

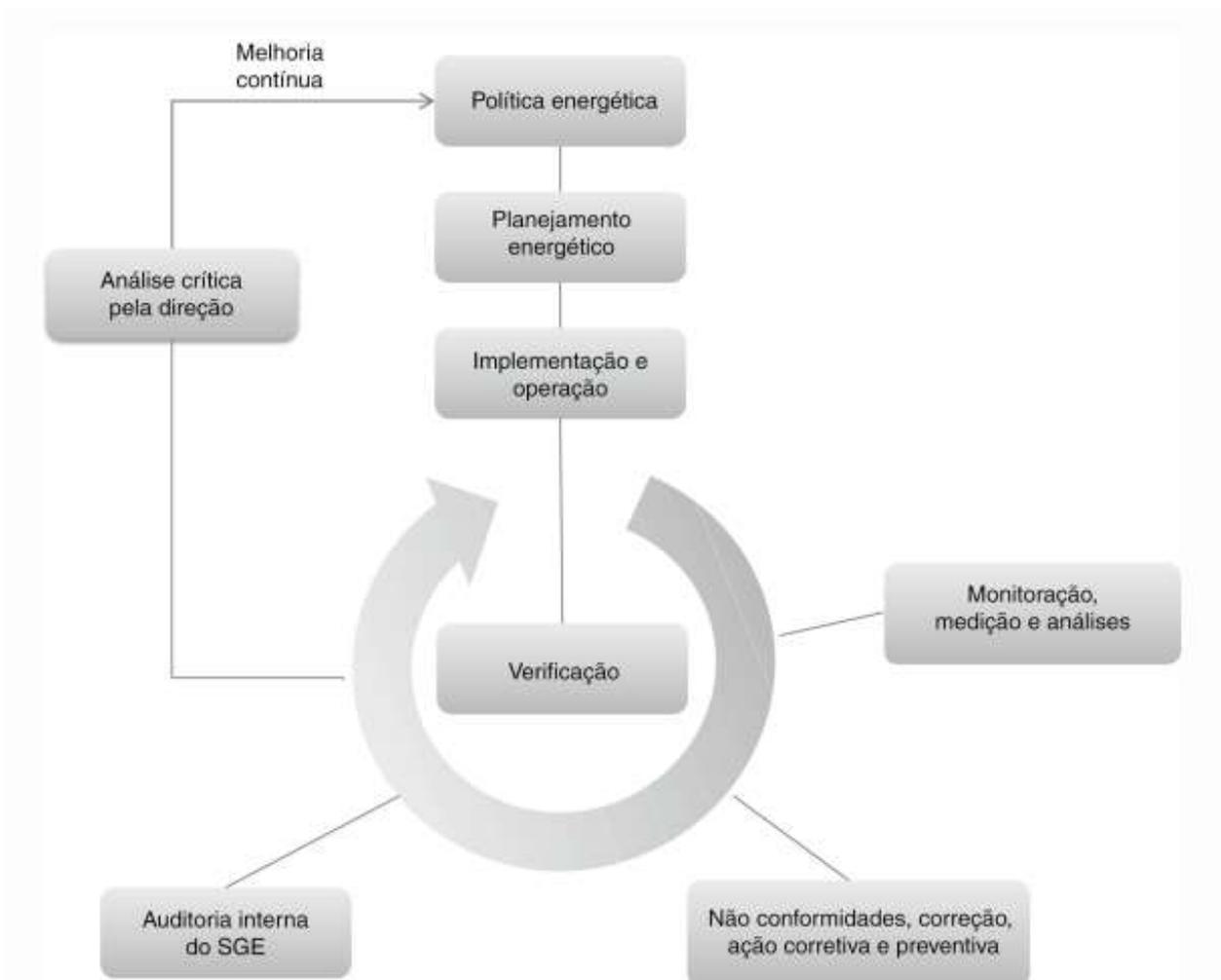


Figura 7 - Fluxograma ISO 50001 PDCA

O processo de gestão de energia, como pode ser visto no fluxograma da figura 7, é um processo contínuo de melhoria. Foi estudado neste trabalho a implantação de um sistema de medição eficiente para o bom funcionamento do Plan-Do-Check-Act (PDCA), monitoração, medição e análises.

O medidor ISSO T5T tem como característica não só medir o consumo elétrico, mas também todos os parâmetros usuais de consumo, além de armazenar o registro dos últimos 12 meses de dados. Com isso, se for implementado um sistema de gestão de energia baseado na ISO 50001, o parâmetro de medição e verificação já está disponível para uso.

Como requisitos para um sistema de gestão de energia, segundo ABNT NBR ISO 50001, é necessário:

- Estabelecer, documentar, implementar, e manter um sistema de gestão de energia, de acordo com os requisitos da norma ABNT NBR ISO 50001;
- Definir e documentar o escopo e as fronteiras do seu sistema de gestão de energia;
- Determinar como serão atendidos os requisitos de melhoria contínua do desempenho energético e sistema de gestão de energia.

## **2.4 Curva de carga**

Como muito bem explicado pela empresa Gold Energ em seu site, a curva de carga é o comportamento do gasto energético durante um período de tempo, podendo ser o dia, a semana, o mês ou o ano. É importante conhecer este parâmetro para entender o consumo e compreender de que forma a infraestrutura para suportar a demanda deve ser dimensionada.

Como exemplo, suponhamos que uma indústria qualquer tenha em seu consumo diário médio 50Mw/h, mas que seu pico de consumo atinja 150Mw/h e seu consumo mínimo seja de 10Mw/h. Nesse caso, a infraestrutura de distribuição de energia deve suportar 150Mw/h. Suponhamos também que temos uma segunda indústria com consumo médio, de pico e mínimo, com os mesmos valores absolutos, mas em horários diferentes, com a peculiaridade de, quando a primeira indústria está em consumo de pico, a segunda está em consumo mínimo. Consideramos que estes valores tem grande repetibilidade. Dessa forma, a infraestrutura mínima para atender as duas industrias, sem reserva de carga, seria de 160Mw/h.

Sabemos que existem outros fatores que interferem no cálculo da capacidade de carga que a distribuidora leva em consideração, mas a curva de carga é um instrumento de grande auxílio para este cálculo.

Podemos verificar no gráfico 4 a curva de carga de cada fase do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro na data de 29/06/2022:

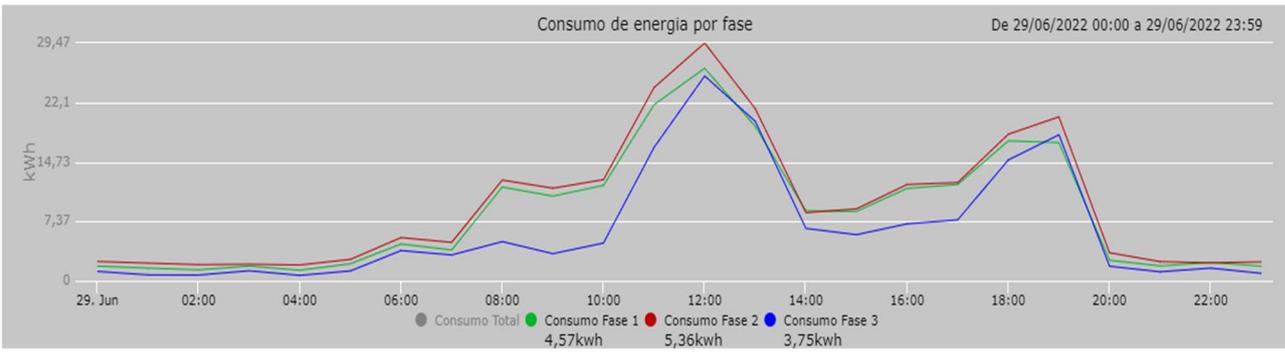


Gráfico 4 Curva de Carga Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro em 29/06/2022

### **3 DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Caracterização da área de estudo**

Como era de interesse da instituição conhecer o real consumo de energia do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro, houve ciência de que medidores tradicionais analógicos seriam inviáveis pelas características de quadro de pessoal e tecnológico. Considerando ainda, a necessidade da conexão e monitoramento remoto, afim dos dados estarem disponíveis tanto para os diversos setores da instituição, como para os entes terceirizados terem acesso, foi iniciado o estudo de medidores com todas as características e com custo dentro do orçamento para este projeto.

#### **3.2 Dados Preliminares**

Para melhor identificação das características técnicas do medidor a ser instalado, com os equipamentos que já existiam na instituição para poder avaliar essas características, foi cedido pelo Professor Mestre Antônio Sanchez um multimetido da marca Fluke, com capacidade de medição até 3000A. Como a proteção da carga é uma chave trifásica de 800A, superava-se a carga, e mesmo que a proteção estivesse com alguma falha na proteção real, tinha uma sobra de segurança.

#### **3.3 Metodologia**

##### 3.3.1 Estrutura energética da UFOP

A estrutura elétrica da Universidade Federal de Ouro Preto se inicia no ponto de fornecimento de energia da Cemig, no Campus Morro do Cruzeiro. Este ponto é uma subestação elétrica, que fica localizada próximo ao prédio do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas (ICEB). Segundo o engenheiro elétrico do campus o sr. Paulo Eduardo Pinto Viana, a UFOP recebe energia em 13,8kV, com uma demanda total de 1200 kVA e deste ponto distribui energia para os pontos dentro do Campus Morro do Cruzeiro.

Especificamente para o Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro, a energia sai da subestação central e vai para uma subestação abaixadora, já dentro da edificação do restaurante. Esta linha de distribuição é feita de forma subterrânea e alimenta a entrada do transformador com

13.8kV, com potência de 300kVA. Este transformador, por sua vez, abaixa a tensão para 220V entre fases e 127V fase-neutro.

### 3.3.2 Medição em baixa tensão

A medição foi definida como sendo feita em baixa tensão, afim de ter maior possibilidade de medidores e menor custo com equipamentos. A saída do transformador que atende o restaurante universitário foi definida como local de medição. Neste ponto foi possível separar as cargas de uso do Restaurante Universitário de outras cargas que estavam conectadas no QGBT, Quadro Geral de Baixa Tensão, do restaurante, ficando um QGBT exclusivo para a medição do consumo do Restaurante, podendo este custo ser repassado ao ente terceirizado.

### 3.3.3 Medição preliminar

No estudo inicial foi utilizado, como base, as características nominais de proteção e de tensão para definir os primeiros parâmetros, e garantir que o medidor cedido pelo professor Mestre Antônio Sanchez era adequado. Pela Figura 8 podemos verificar a situação do quadro geral do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro, durante as medições iniciais.

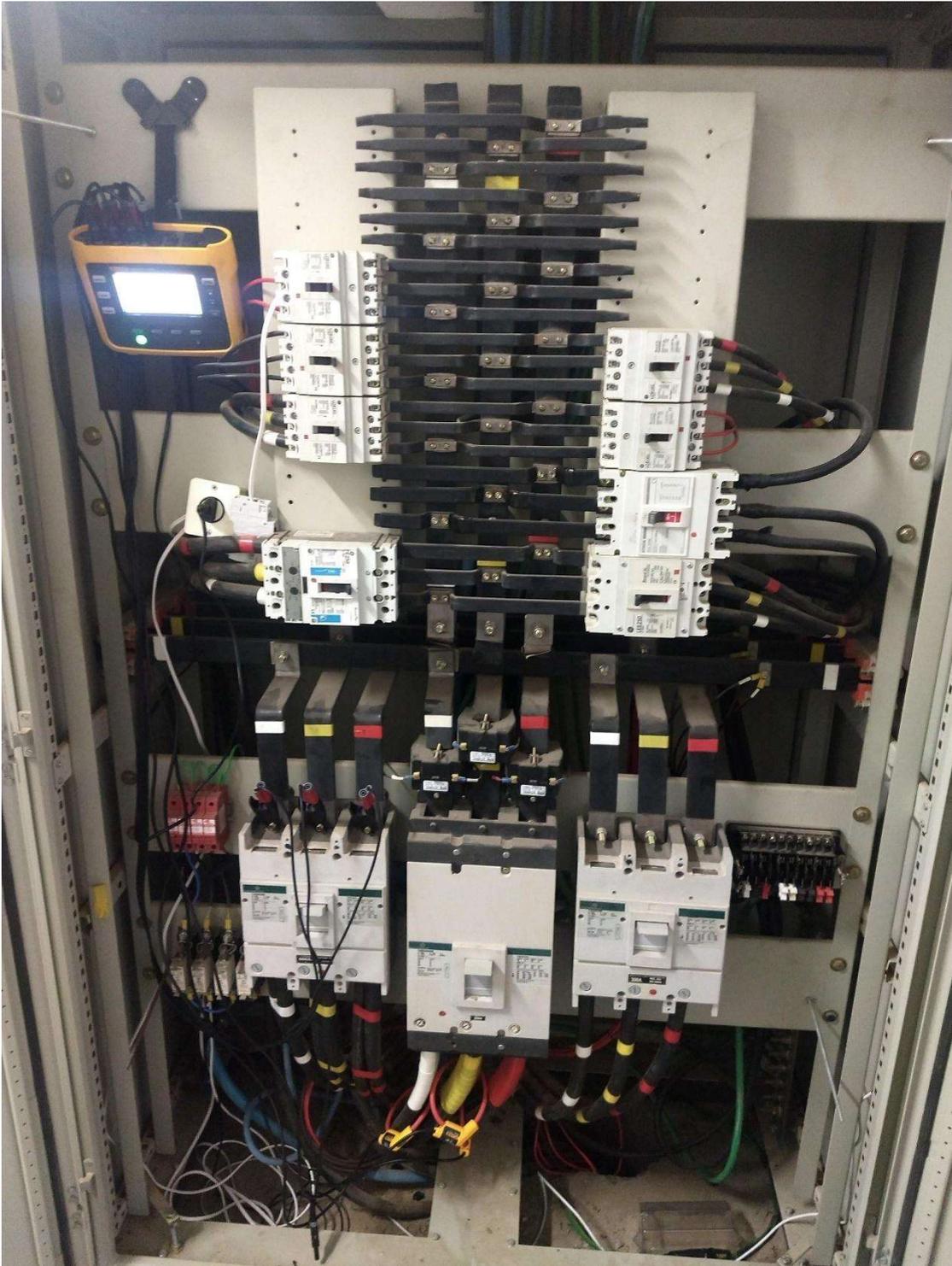


Figura 8 - QGBT Restaurante Universitário Campus Morro do Cruzeiro durante medição preliminar

Durante a análise inicial foi confirmado que as características nominais dos equipamentos estavam adequadas a MBR5410, com disjuntores de proteção compatíveis com o cabeamento

utilizado, Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS), aterramento adequado, mas infelizmente foram necessárias alterações no quadro, pois, foi identificado que haviam consumos que não pertenciam ao Restaurante, como um banco, um centro de vivencia e uma biblioteca. Como solução para uma medição exclusiva do consumo do restaurante em questão, foi definido que os circuitos que não pertenciam ao restaurante seriam redirecionados para um novo quadro a ser criado. Como ambos continuariam sendo alimentados pela mesma subestação, a proximidade permitiu a utilização de menor quantidade de cabeamentos sendo que, na saída dos circuitos foram aproveitados todos os cabos utilizados no quadro anterior, para um menor risco ao operador e ao lado dos dois quadros foi instalado uma caixa de medição. Nesta caixa posteriormente foi instalado o medidor de qualidade de energia DMI-T5T.

#### 3.3.4 Definição do ponto de medição

O ponto de medição foi definido levando em conta a estrutura energética da instituição e as características de consumo do restaurante. Como foi solicitado pela administração central da Universidade Federal de Ouro Preto, deveria ser identificado o consumo do Restaurante Universitário Morro do Cruzeiro em sua totalidade.

O QGBT do Restaurante Universitário foi o local definido para esta medição, pois, ali passa todo o consumo do restaurante, sendo que os TC's para aferição da corrente foram ligados ao condutor que sai do transformador e alimenta o QGBT, já as referências de tensão foram retiradas do barramento do QGBT.

#### 3.3.5 Escolha do medidor

O medidor adotado para atender a demanda deveria possuir, como características essenciais para o bom desempenho da função, alguma ferramenta que registrasse o consumo no padrão de tarifa horo sazonal e que não houvesse necessidade de o operador anotar manualmente os valores de consumo diário.

Pela questão da necessidade de monitoramento do consumo poder ser feito tanto pelos gestores da UFOP, como pelos gestores da empresa terceirizada que é a detentora da concessão do serviço de fornecimento de refeições, a instituição, juntamente ao corpo técnico responsável, optaram pela adoção de um medidor que tivesse acesso remoto aos dados. Como protocolo de comunicação

foi definido o padrão TCP-IP, pois a UFOP já possui rede que atende a esse protocolo, não sendo necessário a criação de uma nova infraestrutura.

Outro ponto foi a possibilidade de se integrar, em apenas um sistema, as leituras de todos os pontos que forem medidos, de maneira fácil e didática, afinal, a instalação do equipamento possibilitou, aos gestores da UFOP, acesso aos dados de todos os medidores instalados na instituição. Já os gestores das empresas terceirizadas, tiveram acesso apenas às medições dos pontos que detém a concessão.

Atendendo a todas as características e com o menor custo na época, foi definido a aquisição do medidor da marca ISSO TECNOLOGIA, de modelo DMI T5T, que podemos visualizar na Figura 9, já instalado no quadro de medição, anexo ao QGBT do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro.

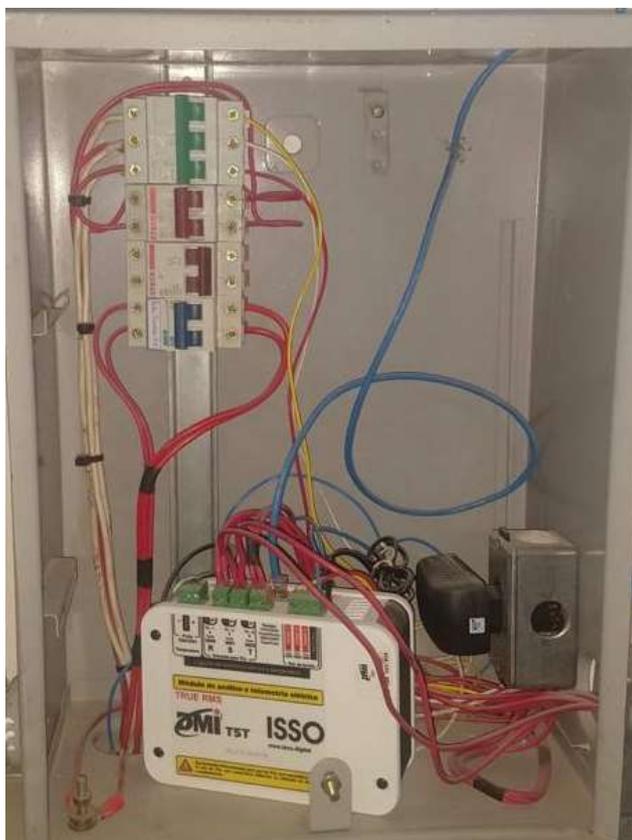


Figura 9 - MEDIDOR ISSO T5T na caixa de medição

O medidor T5T pode ser ligado a TC's de característica x/5A. Esta característica permitiu que fosse escolhido uma carga adequada para a medição. O disjuntor de proteção geral tem uma carga máxima de 800A, mas na verificação preliminar, identificou-se que a carga média em produção variava entre 400A e 500A. Desta forma, considerando a curva de amostragem de Gauss, onde a

maior incidência de acerto na medição está no centro da curva, foi definido o uso de TC'S de 1000A, mesmo estes estando acima da proteção geral. O erro máximo do medidor é de 1%, e as medições foram conferidas por medidores de referência e os valores foram confirmados.

Ainda sobre o medidor T5T, este pode, inclusive, ser configurado para o envio de alertas sobre falhas no sistema. Além de ter sido verificado que a medição dos TC's estão acima da proteção geral, é possível ser configurado um alerta para enviar e-mail ao gestor de manutenção do campus, em casos de sobrecarga em que o disjuntor não for desarmado. Em outras palavras, se por algum motivo, a carga ultrapassar os 800A e o disjuntor de proteção geral do QGBT não for desarmado, o medidor emitirá um alerta de falha no mesmo, permitindo ao gestor a realização de reparos, antes que a falha cause um superaquecimento ou outro dano à instalação elétrica, reduzindo o custo de manutenção.

Outra característica importante é que, sempre que o sistema fica 30 minutos ou mais sem envio de dados, é encaminhado aos gestores da UFOP um e-mail para verificar a situação dos medidores. No caso do restaurante universitário, este e-mail pode evitar a perda de alimentos na câmara fria do restaurante, de modo que medidas possam ser tomadas para retomar o fornecimento elétrico, antes dos alimentos chegarem à uma temperatura imprópria para conservação, com consequente perda alimentícia.

Durante o período de teste do equipamento, houve uma falha técnica no acesso à internet, onde o medidor ficou sem comunicação, gerando um alerta de falha de comunicação, podemos ver na Figura 10 como este e-mail é encaminhado ao gestor do sistema:



Figura 10- E-mail de alerta do sistema por falta de comunicação em 30/07/2019

### 3.3.6 Instalação do medidor

Para a instalação do medidor definitivo, foi inicialmente solicitado ao departamento de manutenção da Universidade Federal de Ouro Preto, através da Prefeitura do Campus, a instalação

de um quadro de medição para ser alocado o medidor, a criação de um QGBT auxiliar e a transferência dos circuitos não pertencentes ao Restaurante Universitário para este local. Com a conclusão desta obra, foi acionado o Núcleo de Tecnologia de Informação, onde foi adicionado cabeamento de rede de internet para comunicar o medidor com os serviços online.

Após a criação de toda a infraestrutura, foi instalado e configurado o medidor, onde a referência de tensão foi retirada do barramento do QGBT que alimenta o Restaurante Universitário, e os TC's pra medição indireta de corrente foram instalados no cabeamento que sai do Transformador e alimenta o QGBT. Após a instalação foi feita a parte de configuração do medidor à rede de dados da Universidade e a configuração dos TC's de 1000/5A, de maneira que os valores medidos representassem um valor real de consumo. Concluída esta etapa, o medidor já se encontrou operacional e as medições se iniciaram.

### 3.3.7 Coleta de dados

Com o medidor ISSO T5T instalado, foi iniciada a fase de medição e verificação dos dados, sendo possível verificar o consumo real do Restaurante, e como já havia sido identificado na medição preliminar, o consumo em horário de ponta era considerável, representando 44% do custo total da fatura do restaurante.

A demanda energética do restaurante tem o seu pico entre 11 e 13h, isto se dá ao fato de neste momento ser servido refeições para o almoço e já estar sendo preparado o jantar. Esta demanda atingiu seu ponto máximo no ano de 2022 no dia 22 de agosto de 2022 com um valor de 160,68 kW.

#### 4 RESULTADOS

Durante o estudo inicial foram obtidos dados de consumo energético em horário de ponta e fora de ponta. Estes dados estão demonstrados nos gráficos 5: e Gráfico 6:



Gráfico 5 - Comparação de consumo em kWh

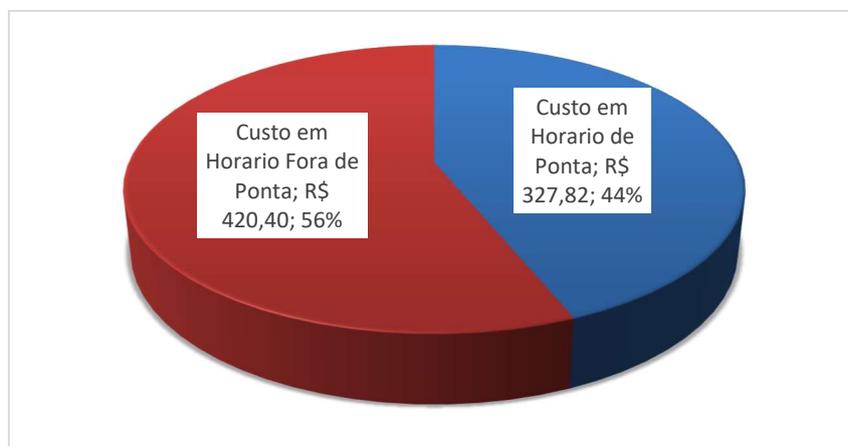


Gráfico 6 - Comparação de Custos

Durante o estudo preliminar, foi verificado que o custo energético do horário de ponta representava 44% do total, por outro lado, representa apenas 15% do consumo.

Com as análises do estudo preliminar, foi possível estimar o custo e consumo por dia de produção, conforme Tabela 3 e Tabela 4:

Consumo Elétrico	Agosto	Setembro	Outubro
------------------	--------	----------	---------

Almoço e Jantar	19833,3	25121,8	27766,62
Apenas Almoço	3305,5	-	661,1
Finais de semana / feriado	2597,5	2579,5	2110,5
Total	25718,3	27701,3	30538,22

Tabela 3 - Estimativa do consumo elétrico mensal em Kw/h

Estimativa de custo do consumo elétrico do restaurante levando em conta o valor do kw/h:

Consumo Elétrico	Agosto	Setembro	Outubro
Almoço e Jantar	R\$ 12.373,65	R\$ 15.673,29	R\$ 17.323,11
Apenas Almoço	R\$ 1.354,10	-	R\$ 270,82
Finais de semana / feriado	R\$ 1.528,78	R\$ 1.528,78	R\$ 1.250,82
Total	R\$ 15.265,53	R\$ 17.202,07	R\$ 18.844,75

Tabela 4 - Estimativa de custo do consumo elétrico mensal

No anexo I é possível vislumbrar, na íntegra, os dados medidos para conclusão do estudo preliminar.

Os resultados obtidos no estudo preliminar foram de grande utilidade para definir valores para estimativa do custo elétrico da amostra. Mesclando esses valores com outros dados disponíveis, como o número de refeições servidas por dia, poderíamos chegar inclusive, num valor médio para o gasto energético por refeição. Por outro lado, cabe ressaltar que o objetivo do presente estudo é mensurar o consumo real do restaurante.

Com a instalação do medidor ISSO-T5T com TC de 1000A e a característica do mesmo de possuir possibilidade de conexão a internet, foi possível obter a medição real do consumo elétrico, como podemos verificar na Figura 11.

Período de cálculo - 01/07/2019 00:00 a 31/07/2019 23:59								
Descrição	Contabilizado	Tarifa (TE+TU)	Total s/ impostos	Tarifa c/ impostos	Base Calculo ICMS	ICMS (0%)	Pis+Cofins (1,25% / 5,79%)	Total
Ponta	2.709,72kwh	R\$1,7209	R\$4.663,13	R\$1,7209	R\$4.663,13	R\$0,00	R\$328,28	R\$4.663,13
ForaPonta	17.840,71kwh	R\$0,3837	R\$6.844,95	R\$0,3837	R\$6.844,95	R\$0,00	R\$481,88	R\$6.844,95
Bandeira	20.550,43kwh	R\$0,0161	R\$330,7469	R\$0,0161	R\$0,0161	R\$0	R\$23,2846	R\$330,7469
Iluminação publica								R\$0,00
							Total	R\$11.838,83
Consumo em kwh/fase sem impostos (Tarifa x Consumo)								
Descrição	Consumo Total				Valor Total			
Ponta	2.709,72kwh				R\$4.663,13			
ForaPonta	17.840,71kwh				R\$6.844,95			
Total	20.550,43kwh				R\$11.508,08			

Figura 11 - Consumo elétrico real 07/2019

Como podemos observar na imagem do primeiro mês de medições, foi possível verificar que o medidor atingiu o propósito, registrando o consumo em horário de ponta e fora de ponta.

Na Figura 12 por sua vez, podemos observar o consumo detalhado dia a dia com os devidos custos.

Dia		Ponta (kWh)	Valor	Fora de Ponta (kWh)	Valor	Total (kWh)	Valor
01/07/2019		205,46	R\$353,57	847	R\$324,97	1.052,46	R\$678,54
02/07/2019		236,02	R\$406,17	1.246,83	R\$478,37	1.482,85	R\$884,54
03/07/2019		214,41	R\$368,98	1.081,33	R\$414,87	1.295,74	R\$783,86
04/07/2019		213,46	R\$367,35	1.042,68	R\$400,04	1.256,14	R\$767,39
05/07/2019		185,14	R\$318,61	823,93	R\$316,12	1.009,07	R\$634,73
06/07/2019		0	R\$0,00	146,63	R\$56,26	146,63	R\$56,26
07/07/2019		0	R\$0,00	128,57	R\$49,33	128,57	R\$49,33
08/07/2019		15,54	R\$26,74	201,87	R\$77,45	217,41	R\$104,19
09/07/2019		212,73	R\$366,09	932,49	R\$357,77	1.145,22	R\$723,86
10/07/2019		221,51	R\$381,19	1.177,45	R\$451,75	1.398,96	R\$832,94
11/07/2019		159,18	R\$273,93	934,4	R\$358,50	1.093,58	R\$632,43
12/07/2019		150,64	R\$259,24	853,19	R\$327,34	1.003,83	R\$586,59
13/07/2019		0	R\$0,00	134,98	R\$51,79	134,98	R\$51,79
14/07/2019		0	R\$0,00	136,96	R\$52,55	136,96	R\$52,55
15/07/2019		162,64	R\$279,89	958,03	R\$367,57	1.120,67	R\$647,46
16/07/2019		158,16	R\$272,18	793,88	R\$304,59	952,04	R\$576,77
17/07/2019		141,35	R\$243,25	705,84	R\$270,81	847,19	R\$514,06
18/07/2019		131,37	R\$226,07	648,96	R\$248,99	780,33	R\$475,06
19/07/2019		122,95	R\$211,59	572,41	R\$219,62	695,36	R\$431,20
20/07/2019		0	R\$0,00	129,73	R\$49,77	129,73	R\$49,77
21/07/2019		0	R\$0,00	124,94	R\$47,94	124,94	R\$47,94
22/07/2019		25,5	R\$43,89	594,23	R\$227,99	619,73	R\$271,88
23/07/2019		15,6	R\$26,85	494,06	R\$189,56	509,66	R\$216,41
24/07/2019		22,95	R\$39,50	440,54	R\$169,02	463,49	R\$208,52
25/07/2019		22,57	R\$38,85	490,88	R\$188,33	513,45	R\$227,18
26/07/2019		19,79	R\$34,06	447,49	R\$171,69	467,28	R\$205,75
27/07/2019		0	R\$0,00	137,24	R\$52,66	137,24	R\$52,66
28/07/2019		0	R\$0,00	134,39	R\$51,56	134,39	R\$51,56
29/07/2019		24,48	R\$42,13	505,82	R\$194,07	530,3	R\$236,20
30/07/2019		21,01	R\$36,16	492,68	R\$189,03	513,69	R\$225,19
31/07/2019		27,23	R\$46,86	481,28	R\$184,65	508,51	R\$231,51

Legenda:

Figura 12 - Dados detalhados de consumo

Conforme é possível verificar na Figura 12 “Dados detalhados de consumo”, houve uma grande redução no consumo elétrico em horário de ponta, entre os dias 22/07/2019 a 31/07/2019, o que se deve ao fato de estes dias não ter tido fornecimento de refeições durante o jantar.

Outro aspecto que chamou atenção e viabilizou estudo de eficiência energética, foi o alto valor do custo em horário de ponta, como podemos verificar no anexo 2 – Simulação e modelos de economia RU, que expõe uma tabela com 3 cenários possíveis de redução de custos energéticos, considerando o consumo em horário de ponta.

## 5 CONCLUSÃO

O exemplo exposto neste trabalho permitiu vislumbrar a viabilidade do medidor de qualidade de energia da marca Isso Tecnologia, modelo T5T, e a sua eficácia na medição do consumo real do prédio do Restaurante Universitário do Campus Morro do Cruzeiro.

Para além da proposta inicial de tarifação do consumo real, os dados registrados de qualidade de energia servem para análise detalhada de consumo, estudos de eficiência energética e estudos de tarifação.

O objetivo principal, de repassar o consumo real para a empresa que assumiu as atividades do referido Restaurante, foi atendido dentro das expectativas e exigências da instituição.

Cabe ressaltar aqui, a necessidade de realizar intervenções periódicas, que são:

- A revisão tarifária no equipamento, sempre que houver atualização perante a concessionária.
- A revisão de taxas e impostos no equipamento, que variam mês a mês.

Os detalhamentos de consumo são enviados automaticamente ao servidor responsável pelo contrato, para que este tome as medidas necessárias de encaminhar a cobrança à empresa e esta, proceder com a quitação do consumo elétrico. Nas faturas temos, o valor total de consumo, o detalhamento de consumo em horário de ponta e fora de ponta, tanto mensal, quanto diário.

## **6 TRABALHOS FUTUROS.**

Como proposta a trabalhos futuros, podem ser realizados outros estudos de eficiência energética, de aproveitamento da área de telhado para geração de energia fotovoltaica, aproveitamento da energia térmica da exaustão dos fornos, para geração de água quente a ser utilizada em processos de produção e aquecimento de alimentos e estudos que considerem eficiência de motores e substituição de equipamentos.

Como pode ser identificado neste estudo, o consumo em horário de ponta foi alarmante, todavia, esta parte do trabalho não pode ser concluída em virtude da paralização dos serviços causado pela pandemia de covid 19. Considerando os resultados preliminares, está disponível no anexo 2, o consumo energético dos principais equipamentos utilizados no horário de ponta. Com estes dados, foram propostas ainda simulações de redução do custo energético. Infelizmente este estudo foi interrompido e é necessário aprofundar as possíveis soluções em posteriores estudos detalhados.

Criação de um aplicativo para poder buscar as atualizações tarifárias e atualizá-las de forma automática.

## ● REFERÊNCIAS

Apagão de 2001 <https://Brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm> acessado em 02/10/2022

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Ministério de Minas e Energia. Resolução Normativa no 1000/2021. 2021. Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-normativa-aneel-n-1.000-de-7-de-dezembro-de-2021-368359651> Acesso em 26 mar. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Ministério de Minas e Energia. Sobre Bandeiras Tarifárias <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias> Acesso em 26 mar. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Ministério de Minas e Energia. publicação facebook sobre tarifa branca. Disponível em [https://mobile.facebook.com/aneelgovbr/photos/voc%C3%AA-%C3%A9-consumidora-da-Cemig-e-est%C3%A1-cogitando-aderir-%C3%A0-tarifa-branca-que-tal-faze/2233001280337825/?\\_rdc=1&\\_rdr](https://mobile.facebook.com/aneelgovbr/photos/voc%C3%AA-%C3%A9-consumidora-da-Cemig-e-est%C3%A1-cogitando-aderir-%C3%A0-tarifa-branca-que-tal-faze/2233001280337825/?_rdc=1&_rdr). Acesso em 30/03/2022

BRASIL Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Ministério de Minas e Energia. Matriz Energética e Elétrica. Disponível em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica> Acesso em 26 mar. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. (MME) Tributos cobrados na conta de energia Disponível em: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/servicos/ouvidoria/perguntas-frequentes/tributos-cobrados-na-conta-de-energia> Acesso em 26 mar. 2022.

CEMIG, COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. Manual de Gerenciamento de Energia. 2016. Disponível em: <https://www.Cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/08/Manual-de-Gerenciamento-de-Energia-2011.pdf>. Acesso em 26 mar. 2022.

CEMIG, COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. VALORES DE TARIFAS E SERVIÇOS 2022 Disponível em: <https://www.Cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/> Acesso em 30 mar. 2022

CEMIG, VALORES DE TARIFAS E SERVIÇOS Disponível em: <https://www.Cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/> Acesso em 26 abril. 2022.

CEMIG, COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. BANDEIRA TARIFÁRIA 2022. Disponível em: <https://www.Cemig.com.br/atendimento/bandeira-tarifaria/> Acesso em 30 mar. 2022  
EDP Brasil Energias de Portugal. Bandeira Tarifária. Disponível em: <https://www.edp.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/bandeira-tarifaria> Acesso em 30 mar. 2022

Gold energia, Curvas de carga, disponível em <https://goldenergy.pt/glossario/curvas-de-carga/> acessado em 30/06/2022

MEDEIROS FILHO. Solon de. Medição de Energia Elétrica. 3ª edição Rio de Janeiro: Guanabara, 1990

MEDIDOR ELETRICO BIDIRECIONAL disponível em :  
<http://www.eletraenergy.com.br/portifolio/20-medidores-de-energia/medidores-residenciais/linha-cronos/24-cronos-7023> acessado em 07/03/2023

MEDIDOR ELERICO DIGITAL, disponível em  
<https://www.lojacentraleletrica.com.br/produto/medidor-de-energia-bifasico-digital-3md-nansen> acessado em 07/03/2023

PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. MANUAL DE TARIFAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA. 2001 Disponível em:  
<HTTPS://DOCS.GOOGLE.COM/DOCUMENT/D/10NHOC9vK6LH7hM1DVJCHPso2wvQ26NwJ/EDIT#> Acesso em 30 mar. 2022

SANTOS, A. H. M. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. Itajubá: EFEI, 2016. ISBN 97885352. Disponível em:  
[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2014/04/22/6281/Livro\\_Conservacao\\_de\\_Energiaed3.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Livro_Conservacao_de_Energiaed3.pdf). Acesso em 26 mar. 2022.

## ● ANEXO I ESTUDO PRELIMINAR DO CONSUMO ENERGÉTICO DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO MORRO DO CRUZEIRO

Neste anexo vemos os dados detalhados das medições preliminares que serviram de base para o início deste trabalho.

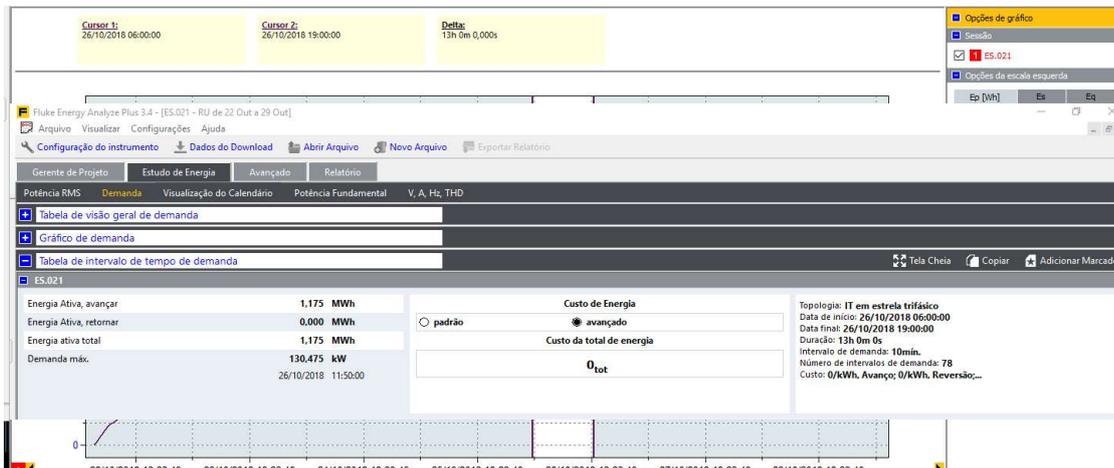
### RELATÓRIO CONSUMO DE ENERGIA QUADRO GERAL RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Foi instalado um medidor de qualidade de energia modelo FLUKE-1730 no quadro geral pertencente ao restaurante universitário. Este quadro atende o próprio restaurante, o centro de convivência e uma antena de celular, no centro de convivência esta instalado um banco, uma loja de utilidades e uma biblioteca. O consumo aqui registrado refere ao consumo total de todos os locais citados.

No processo de medição foi instalado o medidor FLUKE 1730, com os transformadores de corrente para aferição de corrente, ligados na entrada do sistema antes da proteção geral, e as referências de tensão foi retirada do barramento trifásico para as fases e do barramento de neutro para o mesmo, concluindo assim todas as ligações necessárias para o processo de medição. O equipamento ficou ligado no quadro geral do restaurante por 2 semanas instalado no dia 22/10 e retirado no dia 05/11.

No processo de análise de dados foi feito o cálculo do consumo pela demanda energética acumulada total e o consumo total registrado foi de 13.169kWh

Para identificar o consumo de energia no processo de produção foram adotados os mesmos dados, mas restringindo a consulta ao horário de produção, este horário foi identificado pelo padrão de consumo e confirmado pelo horário de produção e funcionamento do restaurante.



Após a

Imagem 2 o consumo do horário de produção do dia 26/10/2018

id produção, e identificado o custo do kWh levando em conta o custo do kWh cobrado pela Cemig. Com  
i: Imagem 1 gráfico consumo total acumulado. Em destaque o consumo do horário de produção do dia  
f 26/10/2018  
do mesmo levando em conta.

Foi visualizado que o consumo elétrico do quadro geral altera as características de consumo por volta de 6:00 iniciado neste momento o período de produção em dados de medição. Apesar de o pessoal chegar apenas as 7:00, esta alteração de consumo pode se dar a algum equipamento com inicialização automática, como as câmaras frigoríficas, sistema de pre aquecimento, ou outro equipamento pré-programado fora do restaurante, o período de final de produção nas medições foi identificado por volta de 19:00. Apesar do restaurante servir alimentações até 19:30 as medições identificaram que por volta das 19:00 o consumo cai consideravelmente a patamares similares ao consumo noturno, esta queda anterior ao horário de encerramento do restaurante pode ser devida a finalização da produção ou ao encerramento de atividades externas ao restaurante ligado a este quadro geral medido.

Foi adotado a fatura referente ao mês agosto 2018 como referência para os cálculos. Nesta fatura o valor do kW/h em horário de ponta foi R\$0,40964729 e em horário fora de ponta foi R\$ 1,75071970. Neste mês, a bandeira tarifaria foi vermelha dois, com um acréscimo de R\$ 5,00 a cada 100kWh

Foram identificadas as seguintes medições no horário de 00:00 as 06:00 horário de consumo sem produção e fora de ponta.

	HORÁRIO	CONSUMO
	00:00AS 06:00	
DATA	VALOR R\$:	kWh
23/10/18	30,72	75
24/10/18	37,69	92
25/10/18	32,77	80
26/10/18	33,18	81
Sábado 27/10/18	29,90	73
Domingo 28/10/18	24,17	59
29/10/18	23,35	57
30/10/18	34,41	84
31/10/18	31,13	76
01/11/18	30,31	74
Feriado 02/11/18	25,81	63
Sábado 03/11/18	24,58	60
Domingo 04/11/18	23,35	57
05/11/18	19,66	48
MEDIAS TOTAIS	28,65	69,93

Tabela 1: Consumo elétrico de 00:01 as 6:00  
(Consumo Fora de Produção em Horário Fora de Ponta)

Foram identificadas as seguintes medições no horário de 06:01 as 17:00 horário de consumo com produção fora do horário de ponta:

	HORÁRIO	CONSUMO
	06:01AS 17:00	
DATA	VALOR R\$:	kWh
22/10/18	302,32	738
23/10/18	360,49	880
24/10/18	429,31	1048
25/10/18	423,58	1034
26/10/18	401,45	980
Sábado 27/10/18	50,39	123
Domingo 28/10/18	44,65	109
29/10/18	386,71	944
30/10/18	491,58	1200
31/10/18	479,29	1170
01/11/18	390,80	954
Feriado 02/11/18	48,34	118
Sábado 03/11/18	43,83	107
Domingo 04/11/18	44,24	108
Media dia útil	407,28	994,22
Media não dia útil	46,29	113

Tabela 2: Consumo elétrico de 06:01 as 17:00  
(Consumo Produção em Horário Fora de Ponta)

Foram identificadas as seguintes medições no horário de 17:01 as 19:00 horário de consumo com produção no horário de ponta:

	HORÁRIO	CONSUMO
	17:00AS19:00	
DATA	VALOR R\$:	kWh
22/10/18	393,91	225
23/10/18	346,64	198
24/10/18	358,90	205
25/10/18	313,38	179
26/10/18	393,91	225
Sábado 27/10/18	59,52	34
Domingo 28/10/18	50,77	29
29/10/18	274,86	157
30/10/18	304,63	174
31/10/18	337,89	193
01/11/18	292,37	167
Feriado 02/11/18	33,26	19
Sábado 03/11/18	36,77	21
Domingo 04/11/18	36,77	21

Média dia útil	335,17	191,44
Média dia não útil	43,41	24,8

Tabela 3: Consumo elétrico de 17:00 as 19:00  
(Consumo Produção em Horário de Ponta)

	HORÁRIO	CONSUMO
	19:01AS19:59	
DATA	VALOR R\$:	kWh
22/10/18	40,27	23
23/10/18	36,77	21
24/10/18	26,26	15
25/10/18	33,26	19
26/10/18	52,52	30
Sábado 27/10/18	19,26	11
Domingo 28/10/18	14,01	8
29/10/18	35,01	20
30/10/18	31,51	18
31/10/18	29,76	17
01/11/18	26,26	15
Feriado 02/11/18	22,76	13
Sábado 03/11/18	14,01	8
Domingo 04/11/18	15,76	9
Média dia útil	34,62	19,78
Média dia não útil	17,16	9,8

Tabela 4: Consumo elétrico de 19:01 as 19:59  
(Consumo Fora de Produção em Horário de Ponta)

Foram identificadas as seguintes medições no horário de 20:00 as 23:59 horário de consumo sem produção no horário fora de ponta:

	HORÁRIO	CONSUMO
	20:00AS23:59	
DATA	VALOR R\$:	kWh
22/10/18	23,35	57
23/10/18	23,35	57
24/10/18	23,35	57
25/10/18	22,12	54
26/10/18	22,12	54
27/10/18	17,21	42
28/10/18	15,98	39
29/10/18	18,02	44
30/10/18	13,93	34

31/10/18	16,39	40
01/11/18	14,34	35
02/11/18	11,47	28
03/11/18	13,11	32
04/11/18	12,29	30
Média dia útil	19,66	48
Média dia não útil	14,01	34,20

Com os dados acima podemos observar que a média de consumo fora de ponta e fora de produção em dias totais foram de 866kWh. Se considerarmos apenas dias úteis esta média sobe para 1322kWh com um custo estimado de R\$ 824,91, considerando o valor do kWh em horário de ponta e horário fora de ponta. Já nos finais de semana e feriados o consumo médio é de 234kWh com um custo estimado médio de R\$138,98. Estes valores podem ser melhor visualizados na Tabela 6. Nesta tabela visando a geração de dados de produção parcial foi adotado que 50% do consumo elétrico em produção pertence a produção de almoço e 50% do consumo elétrico para a produção do jantar. Esta estimativa foi adotada uma vez que a produção é feita de forma continuada e não há intervalos de consumo entre as referidas produções.

Dia com produção de	Consumo kWh	Consumo R\$
Almoço e Jantar	1322,22	R\$ 824,91
Apenas Almoço	661,11	R\$ 270,82
Apenas Jantar	661,11	R\$ 554,09
Finais de Semana/ Feriado	234,50	R\$ 138,98

Tabela 6: Consumo elétrico diário do Restaurante Universitário

Com os dados elétricos estimados na Tabela 6 podemos facilmente estimar o consumo elétrico e o custo elétrico do restaurante obtendo a informação de quais os dias o restaurante irá funcionar com almoço e jantar, quais os dias irá funcionar parcial, e quais os dias não irá funcionar.

Esta estimativa é apresentada na Tabela 7 a seguir.

Consumo Elétrico	Agosto	Setembro	Outubro
Almoço e Jantar	19833,3	25121,8	27766,62
Apenas Almoço	3305,5	-	661,1
Finais de Semana/Feriado	2597,5	2579,5	2110,5
Total	25718,3	27701,3	30538,22

Tabela 7: Estimativa consumo elétrico mensal do Restaurante Universitário

Estimativa de custo do consumo elétrico do restaurante levando em conta o valor do kWh:

Custo Elétrico	Agosto	Setembro	Outubro
Almoço e Jantar	R\$ 12.373,65	R\$ 15.673,29	R\$ 17.323,11
Apenas Almoço	R\$ 1.354,10	-	R\$ 270,82
Finais de Semana/Feriado	R\$ 1.528,78	R\$ 1.528,78	R\$ 1.250,82
<b>Total</b>	<b>R\$ 15.256,53</b>	<b>R\$ 17.202,07</b>	<b>R\$ 18.844,75</b>

Estes foram os dados mensurados do consumo elétrico do restaurante com medições feitas no intervalo de 22/10/2018 a 05/11/2018. Estes dados serão usados como referência ate a instalação de um medidor fixo no restaurante afim de medir o consumo real do equipamento

Outro dado relevante a ser feito é a comparação de custos do horário de ponta e fora de ponta durante o tempo de produção. Só é relevante falar deste dado nos dias em que efetivamente houve produção logo foram usados para esta comparação apenas os dias de funcionamento do restaurante, excluindo-se as medições de sábados, domingos e feriados. Tivemos os seguintes dados

	Horário de Ponta		Horário Fora de Ponta	
	HORÁRIO	CONSUMO	HORÁRIO	CONSUMO
	17:00AS19:00		06:01AS 17:00	
DATA	VALOR R\$:	KW/H	VALOR R\$:	KW/H
22/10/18	393,91	225	302,32	738
23/10/18	346,64	198	360,49	880
24/10/18	358,90	205	429,31	1048
25/10/18	313,38	179	423,58	1034
26/10/18	393,91	225	401,45	980
29/10/18	274,86	157	386,71	944
30/10/18	304,63	174	491,58	1200
31/10/18	337,89	193	479,29	1170
01/11/18	292,37	167	390,80	954
Médias dias útil	327,82	187,25	420,40	1026,25

Tabela 8: Comparação Horário de Ponta e Fora de Ponta

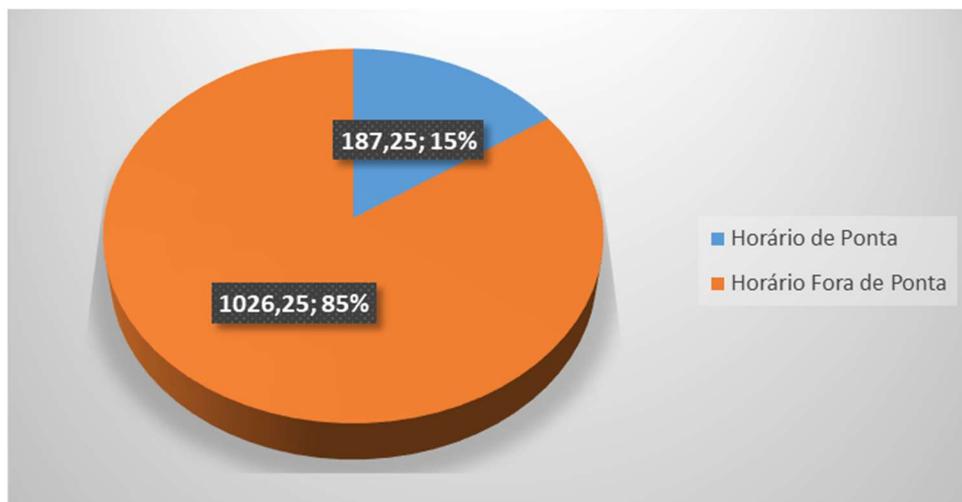


Gráfico 1: Comparação Consumo Horário de Ponta e Fora de Ponta

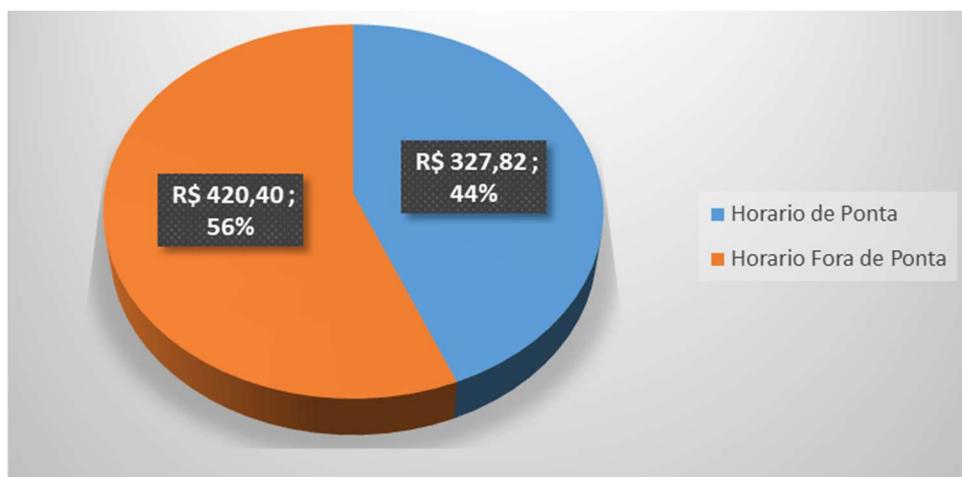


Gráfico 2: Comparação Custos Horário de Ponta e Fora de Ponta

Conforme podemos verificar o pelos gráficos 1 e 2 apesar do consumo em Horário de ponta representar apenas 15% este representa um custo de 44% do custo de produção, logo uma medida de economia de custo seria verificar a possibilidade de modificar os horários de produção concluindo-se a mesma antes das 17h. Isto geraria uma economia diária de R\$ 251,12. Considerando um mês com 25 dias uteis de produção a economia seria de R\$ 5524,55.

---

Danilo Satler Aguiar Silva  
Estagiário  
Estagiário



- **ANEXO II- SIMULAÇÃO DE SENARIOS EM ESTUDO PRELIMINAR DE REDUÇÃO DO CONSUMO ENERGETICO DO RESTAURANTE UNIVERSITARIO MORRO DO CRUZEIRO**

Nesta tabela vemos o início do estudo de redução de custo da fatura de energia do restaurante universitário. Infelizmente pela pandemia da covid 19 este trabalho foi interrompido, mas os dados preliminares mostram potencial de economia.

Funcionamento Atualmente

Equipamento	Kwh	Tempo Fun.	Custo Ponta	22 dias	Custo F. de Ponta	22 Dias	Economia	Consumo (kwh)
Outros	24	3	R\$ 124,56	R\$ 2.740,32		-		72
Ilha 1	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08	R\$ 7,20	R\$ 158,40	Não se aplica	18
Ilha 2	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08	R\$ 7,20	R\$ 158,40	Não se aplica	18
Ilha 3	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08	R\$ 7,20	R\$ 158,40	Não se aplica	18
Secador de Bandejas	49	2	R\$ 169,54	R\$ 3.729,88	R\$ 39,20	R\$ 862,40	R\$ 2.867,48	98
Lavador de Bandejas	18	2	R\$ 62,28	R\$ 1.370,16	R\$ 14,40	R\$ 316,80	R\$ 1.053,36	36
Total:			R\$ 449,80	R\$ 9.895,60				

Consumo em Intervalo de 1H

CADA ILHA	Kwh	Tempo Fun.	Custo Ponta	22 dias	Custo F. de Ponta	22 Dias
Secador de Bandejas	49	1	R\$ 84,77	R\$ 1.864,94	R\$ 19,60	R\$ 431,20
Lavador de Bandejas	18	1	R\$ 31,14	R\$ 685,08	R\$ 7,20	R\$ 158,40

Tarifa Ponta	R\$ 1,73	Tarifa Fora Ponta	R\$ 0,40
--------------	----------	-------------------	----------

1) Simulação Somente Lavar no Horário de Ponta com Ilhas Escalonadas\*

equipamento	Kwh	Tempo Fun.	Custo Ponta	22 dias
Outros	24	3	R\$ 124,56	R\$ 2.740,32
Ilha 1	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08
Ilha 2	6	2	R\$ 20,76	R\$ 456,72
Ilha 3	6	1,5	R\$ 15,57	R\$ 342,54
Secador de Bandejas	49	0	R\$ -	R\$ -
Lavador de Bandejas	18	2	R\$ 62,28	R\$ 1.370,16
Total:			R\$ 254,31	R\$ 5.594,82

3) Simulação Lavar e secar fora de ponta com Ilhas Escalonadas\*\*

equipamento	Kwh	Tempo Fun.	Custo Ponta	22 dias
Outros	24	3	R\$ 124,56	R\$ 2.740,32
Ilha 1	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08
Ilha 2	6	2	R\$ 20,76	R\$ 456,72
Ilha 3	6	1,5	R\$ 15,57	R\$ 342,54
Secador de Bandejas	49	2	R\$ 39,20	R\$ 862,40
Lavador de Bandejas	18	2	R\$ 14,40	R\$ 316,80
Total:				R\$ 5.403,86

2) Simulação Lavar por 1h no Horário de Ponta com Ilhas Escalonadas\*\*

equipamento	Kwh	Tempo Fun.	Custo Ponta	22 dias
Outros	24	3	R\$ 124,56	R\$ 2.740,32
Ilha 1	6	3	R\$ 31,14	R\$ 685,08
Ilha 2	6	2	R\$ 20,76	R\$ 456,72
Ilha 3	6	1,5	R\$ 15,57	R\$ 342,54
Lavador F. Ponta	18	0,5	R\$ 3,60	R\$ 79,20
Lavador Ponta	18	1,5	R\$ 46,71	R\$ 1.027,62
Total:			R\$ 242,34	R\$ 5.331,48

Comparativo	Economia	Intervenção
Simulação 1	R\$ 4.300,78	Desligar Secador, Escalonar Ilhas
Simulação 2	R\$ 4.564,12	Desligar secador, Lavar 1,5h, Escalonar ilha
Simulação 3	R\$ 4.491,74	Lavar e Secar Fora de Ponta
* secagem natural, verificar viabilidade.		
**verificar a necessidade de novo Funcionário e levar em conta o custo		

