UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO

RAMON DE ANGELI CESCONETTO

DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A UMA PADARIA – ESTUDO DE CASO FORNO GRANDE

VITÓRIA-ES

2022

Ramon De Angeli Cesconetto

DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A UMA PADARIA – ESTUDO DE CASO FORNO GRANDE

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno Ramon De Angeli Cesconetto, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Vitória-ES

2022

Ramon De Angeli Cesconetto

DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADOS A UMA PADARIA – ESTUDO DE CASO FORNO GRANDE

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno Ramon De Angeli Cesconetto, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em 16 de agosto de 2022.
COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Augusto César Rueda Medina
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Prof. Dr. Hélio Marcos André Antunes
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

Vitória-ES

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo e a todos os professores pelo aprendizado, em especial ao professor Augusto Rueda por aceitar me orientar durante esse trabalho.

Agradeço à minha família e namorada por sempre me apoiarem durante essa jornada.

Agradeço ao Brayan por ajudar no desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos amigos, feitos ao longo do curso, em especial Aiury, Gustavo e Pedro Henrique.

E por fim, agradeço a Binho, Ney, Maiky e Vinícius, com quem compartilhei vários momentos quando fui monitor do laboratório de eletrônica.

RESUMO

O cenário atual do comércio de rua foi afetado drasticamente no último ano devido à pandemia desencadeada pelo vírus Covid-19, que levou mais pessoas a ficarem em casa e também a uma crise econômica mundial. Dentre esses comércios, as padarias, em especial, foram ainda mais afetadas devido à crise hídrica e, por conseguinte, aumento dos custos de energia elétrica, além do aumento do dólar, que tem efeito sobre o preço do trigo, já que o Brasil não é auto sustentável nesse quesito. Por contar com fornos elétricos e equipamentos de refrigeração, como congeladores e refrigeradores, padarias tem alto consumo de energia elétrica, que representa também um alto gasto financeiro. Nesse contexto, o diagnóstico energético é uma ótima solução na busca por um consumo de energia mais eficiente e diminuição dos custos com energia. Nesse trabalho, visa-se realizar um diagnóstico energético em uma padaria, que, inclusive, serve como base para outros comércios similares. A partir das medições e análises dos sistemas que apresentam maiores consumos de energia: iluminação, refrigeração e cocção, assim como a possibilidade de mudança de modalidade tarifária, espera-se apresentar pontos viáveis em que se possa melhorar a eficiência energética e diminuição dos custos com energia. Dentre os pontos a se destacar, está a viabilidade de mudança para modalidade tarifária branca, a substituição de lâmpadas para as mais eficientes e duráveis, a utilização dos equipamentos de refrigeração, atentando-se para a ocupação desses equipamentos, a localização, estando sujeitos à incidência solar e o tipo de iluminação utilizada dentro deles, por exemplo. Além disso, destacam-se os fornos, que necessitam de um melhor aproveitamento de sua capacidade, para que se evite a ociosidade, além de melhorar seu uso, evitando deixá-los abertos perdendo calor para o ambiente.

Palavras-chave: Diagnóstico energético; Eficiência energética; Padaria; Panificadora; Confeitaria;

ABSTRACT

The current high street business scenario has been drastically affected in the last year due to the pandemic triggered by the Covid-19 virus, which has led more people to stay in home and also to a global economic crisis. Among these businesses, bakeries, in particular, were even more affected due to the water crisis and, hence, an increase of electricity costs, in addition to the increase in the dollar, which has an effect on the price of wheat, since Brazil is not self-sustainable in this regard. Due to having electrical ovens and refrigeration equipment such as freezers and refrigerators, bakeries has high consumption of electricity, which also represents a high financial expense. In this context, the energy audit is a great solution in the search for energy efficiency and lower energy costs. In this work, the focus is to perform an energy audit in a bakery, which even can be used as a basis for other similar business. From the measurements and analysis of the systems that have higher energy consumption: lighting, refrigeration and cooking, as well as the possibility of changing the tariff mode, it is expected to present viable points to improve energy efficiency and reduce energy costs. Among the points to be highlighted is the feasibility of switching to white tariff mode, the replacement of light bulbs for more efficient and durable ones, the use of refrigeration equipments, paying attention to their storage capacity, their location, if they are under sunlight and the type of lighting used inside them, for example. In addition, the ovens stand out, which need a better use of their storage capacity, in order to avoid inactivity, besides improving their use, avoiding leaving them open losing heat to the surroundings.

Keywords: Energy audit; Energy efficiency; The bakery; Bakery; Confectionery;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Selo Procel. 18
Figura 2 – Etiqueta PBE para um ar condicionado. 19
Figura 3 – Etapas do processo de diagnóstico energético. Cada etapa tem um número abaixo referente à seção da ISO 50002. 20
Figura 4 – Gastos financeiros em uma padaria. 21
Figura 5 – Consumo de energia por setores em uma padaria. 22
Figura 6 – Sistema básico de refrigeração. 26
Figura 7 – Temperatura para cada tipo de lâmpada. 27
Figura 8 – Forma de ligação do quipamento no disjuntor dos fornos. 34
Figura 9 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos para o Medidor 1. 37
Figura 10 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos para o Medidor 2. 38
Figura 11 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos com os medidores em conjunto. 38
Figura 12 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para o Medidor 1. 39
Figura 13 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para o Medidor 2. 39
Figura 14 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para os medidores em conjunto. 40
Figura 15 – Média mensal em cada ano do consumo de energia elétrica e valor da fatura para cada ano. 40
Figura 16 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para os medidores em conjunto. O preço da tarifa é referente ao valor homologado pela ANEEL. 41
Figura 17 – Consumo diário para um dia de semana. 42
Figura 18 – Consumo diário para um sábado. 43
Figura 19 – Consumo diário para um domingo. 43
Figura 20 – Fornos (à esquerda o forno de lastro e à direita o forno turbo). 45
Figura 21 – Forno de lastro pequeno. 46
Figura 22 – Dados de placa do forno de lastro maior. 46
Figura 23 – Modos de operação do forno de lastro. 47
Figura 24 – Forno turbo. 48
Figura 25 – Dados de placa do forno turbo. 49
Figura 26 – Consumo dos fornos para dia de semana e sábado. 50

Figura 27 – Forno de lastro com a primeira camada aberta. 52
Figura 28 – Forno turbo com vidro da porta manchada. 52
Figura 29 – Congelador utilizado para gelar água. 54
Figura 30 – Medidor utilizado no refrigerador de frios após 29,5 horas. 54
Figura 31 – Equipamentos sob luz solar. Em vermelho, o vidro que não impede a passagem da luz. 55
Figura 32 – Vidro com insulfilme branco e opaco, que protege o ambiente de raios solares. Em vermelho, o insulfilme 55
Figura 33 – Refrigeradores com demasiados produtos. 56
Figura 34 – Bebedouro suspenso Fricalor 57
Figura 35 – Isolação da porta de uma das câmaras necessitando de reparo e lâmpada incandescente interna (à esquerda a Câmara fria 2 e à direita a Câmara fria 3). 57
Figura 36 – Isolação da porta de uma das câmaras frias em mal estado (Câmara fria 1). 58
Figura 37 – Congelador com demasiado gelo nas bordas. 58
Figura 38 – Parte da área comercial. 60
Figura 39 – Parte da área de produção. 60
Figura 40 – Câmara fria 1. 61
Figura 41 – Câmara fria 2. 61
Figura 42 – Câmara fria 3. 62
Figura 43 – Câmara de massas. 62
Figura 44 – Escritório 1. 63
Figura 45 – Corredor em frente ao Escritório 1 (Corredor Escritório). 63
Figura 46 – Luminária de acrílico. 67
Figura 47 – Luzes ligadas mesmo sem utilidade. 68
Figura 48 – Lâmpada com defeito. 69
Figura 49 – Análise financeira das propostas. 70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Recomendações de iluminação para uma padaria. 23
Tabela 2 – Vida útil e eficiência luminosa. 24
Tabela 3 – Tarifas de aplicação para o grupo B3. 35
Tabela 4 – Comparativo da modalidade branca e convencional. 44
Tabela 5 – Tempo de análise e consumo para alguns dos refrigeradores. 54
Tabela 6 – Consumo médio e redução do consumo mensal para alguns dos refrigeradores. 54
Tabela 7 – Levantamento da iluminação da padaria 59
Tabela 8 – Equivalência das lâmpadas. 65
Tabela 9 – Iluminação após mudanças propostas. 66
Tabela 10 – Análise financeira das propostas. Redução de custos e investimento inicial. 70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	*Agência Nacional de Energia Elétrica*
ABIP	*Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria*
PROCEL	*Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*
PBE	*Programa Brasileiro de Etiquetagem*
INEE	*Instituto Nacional de Eficiência Energética*
COPEL	*Companhia Paranaense de Energia*
UFES	*Universidade Federal do Espírito Santo*
IPEC	*Instituto em Pesquisa e Consultoria*
EPE	*Empresa de Pesquisa Energética*
LED	*Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO . . . 12
1.1 Apresentação do Tema . . . 12
1.2 Justificativa . . . 14
1.3 Objetivos . . . 14
1.3.1 Objetivo Geral . . . 14
1.3.2 Objetivos Específicos . . . 14
1.4 Organização do Trabalho . . . 15

2 REFERENCIAL TEÓRICO . . . 17
2.1 Energia . . . 17
2.2 Eficiência Energética . . . 17
2.3 Programas de Eficiência Energética no Brasil . . . 17
2.3.1 PROCEL . . . 17
2.4 Diagnóstico Energético . . . 19
2.5 Consumo de Energia e Eficiência na Padaria . . . 21
2.5.1 Sistema de Iluminação . . . 22
2.5.1.1 Eficiência luminosa . . . 24
2.5.2 Sistema de Cocção . . . 24
2.5.3 Equipamentos de Refrigeração . . . 25
2.5.3.1 Funcionamento . . . 25
2.5.3.2 Eficiêcia Energética . . . 26
2.5.3.3 Problemas e causas de desperdício . . . 26
2.5.3.4 Uso de lâmpadas . . . 27
2.6 Grupos, postos e modalidades tarifárias . . . 28
2.6.1 Grupos tarifários . . . 28
2.6.2 Modalidades tarifárias . . . 28
2.6.3 Postos tarifários . . . 29
2.6.4 Fatura de energia elétrica . . . 30

3 METODOLOGIA E ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO . . . 32

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES . . . 36
4.1 Horários de funcionamento . . . 36
4.2 Processo produtivo . . . 36
4.3 Análise das faturas de energia elétrica . . . 36
4.4 Análise da carga diária . . . 42

4.5 Viabilidade da Modalidade Tarifária Branca 44
4.6 Análise dos sistemas de cocção, refrigeração e iluminação 45
4.6.1 Cocção 45
4.6.1.1 Consumo 49
4.6.1.2 Pontos de Melhoria 50
4.6.2 Refrigeração 53
4.6.2.1 Pontos de melhoria 55
4.6.3 Iluminação 58
4.6.3.1 Pontos de melhoria 67
4.7 Análise financeira 69

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS 71

REFERÊNCIAS 74

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Tema

No mês de agosto de 2021, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) informou a criação da nova bandeira tarifária, chamada de escassez hídrica, no valor de R$ 14,20 por kWh (CEMIRIM, 2021). Segundo (IPEC, 2022), Instituto em Pesquisa e Consultoria, a energia elétrica representa boa parte dos gastos do trabalhador brasileiro e, em tempos de crise hídricas cada vez mais comuns, essa situação se torna ainda mais grave, já que em torno de 65% da geração elétrica no Brasil vem de hidrelétricas (EPE, 2021). Em situações de crise hídrica, a geração hidrelétrica diminui e termelétricas são necessárias para suprir a demanda energética. Sendo que as termelétricas, no país, tem um preço médio para a geração de energia mais elevado que as hidrelétricas, aumentando o preço da energia para o consumidor final.

Assim como para os cidadãos, a tarifa de energia elétrica também se torna um gasto cada vez mais preocupante em micro e pequenas empresas, visto os constantes ajustes tarifários pela ANEEL e tempos de seca cada vez mais presentes nos últimos anos, devidos às queimadas e mudança climática (SEBRAE, 2021). E para empresas como padarias, a situação é ainda pior, já que esses tipos de estabelecimento contam com fornos elétricos, que apresentam potências elevadas e podem representar até 50% da energia elétrica consumida (CAMPOS et al., 2012).

Ainda, segundo a ABIP (2008), o gasto com energia é o quarto maior custo em empreendimentos no ramo da panificação, logo após os custos com pessoal, matéria-prima e impostos. O gasto com energia representa em média 8,70% e tem grande influência no preço final do produto. Além disso, os gasto de energia com os fornos, refrigeradores/congeladores e iluminação são responsáveis por aproximadamente 80%, em média, do gasto total de energia. Dessa forma, fica claro que uma diminuição desses custos podem contribuir para investimentos em outras áreas ou mesmo na diminuição do preço final do produto, pago pelos consumidores.

Nesse sentido, foi pensada a realização de um diagnóstico energético em um estabelecimento, localizado em Cariacica - ES, que funciona, principalmente, como panificadora, mas também como lanchonete e confeitaria, produzindo diversos tipos de pães, bolos, lanches e atuando há mais de 30 anos no mercado. Além disso, por se localizar em uma região de grande movimentação de pessoas, a empresa foi afetada pelos efeitos da pandemia.

Pensando em um processo de diagnóstico para contrapor o que já foi dito, vale destacar

que a função do diagnóstico energético é não só abaixar os custos de energia mas, também, utilizar a energia de maneira mais eficiente, conservando-a para que os efeitos ambientais da sua geração e transmissão sejam diminuidos. Além disso, o diagnóstico é feito em diferentes etapas: Basicamente, no ínicio, é necessário ter uma visão geral sobre a empresa, seus processos produtivos e equipamentos; depois, medição e visita "*in loco*", seguida pela análise, onde serão vistos possíveis pontos de melhoria e a viabilidade dessas melhorias (ABNT, 2014).

De maneira análoga, Aragón, Pamplona e Medina (2013) destaca que a eficiência energética não visa somente a diminuição dos custos com energia, já que essa diminuição, na verdade, é mera consequência da aplicação da eficiência energética, que é uma alternativa para a diminuição da poluição ambiental, para a melhor produtividade e competitividade das empresas. Ainda, o diagnóstico energético é uma ferramenta para se determinar os investimentos e riscos para melhorar a eficiência energética.

Ademais, existem várias formas e abordagens de se melhorar a eficiência energética de uma empresa. BARROS (2020), em seu trabalho de EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO, foca nas possibilidades de modalidade tarifária, a fim de diminuir custos pela análise do histórico de consumo de energia elétrica e demanda. Entretanto, (MOREIRA, 2017), em ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA PANIFICADORA, tem outra abordagem, realizando um levantamento da potência dos equipamentos da padaria, estimando seus custos mensais de consumo de energia e analisando possível diminuição de custos na troca de alguns desses equipamentos por outros de maior eficiência energética. De forma semelhante, SOUSA (2020), em ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO AO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, também realiza um estudo do consumo e possíveis trocas de equipamentos, porém, com foco em aparelhos de ar-condicionado e iluminação, que representavam o maior consumo no seu caso.

Dessa forma, a realização do diagnóstico energético, abordado nesse trabalho, tratou tanto a questão de equipamentos e consumo de energia, com foco para os três principais sistemas consumidores em padarias (refrigeração, cocção e iluminação), quanto possíveis mudanças de modalidade tarifária. Para isso, foi necessário a utilização um medidor de energia elétrica, para conseguir dados de consumo dos fornos e de refrigeradores/congeladores, e das tarifas de energia elétrica dos últimos cinco anos e da memória de massa da padaria, para verificar a viabilidade de mudança de modalidade tarifária. Foi feito, também, um levantamento das potências das lâmpadas e tempo de funcionamento, para estimar o consumo. Além disso, houve o acompanhamento do processo produtivo, para analisar a utilização dos equipamentos e seu funcionamento. De posse dos dados, foi feito um tratamento com

Excel (Microsoft Corporation, 2019). A análise desses dados possibilitou a identificação de melhorias qualitativas, como mudanças na utilização de equipamentos como fornos, assim como quantitativas, na substituição de lâmpadas e mudança de modalidade tarifária, por exemplo.

Espera-se que esse projeto possa servir de base para outros projetos no mesmo âmbito, assim como base para que outras empresas possam realizar um diagnóstico energético.

1.2 Justificativa

A crise global vivida no último ano teve grande impacto econômico e social no Brasil e no mundo. A diminuição de circulação de pessoas afetou diversos pontos comerciais, dentre esses, a área de panificação. Segundo dados da ABIP (2020), houve uma redução de 3,3% no faturamento total das padarias do páis em 2020, dado que só crescia nos anos anteriores, levando o faturamento de 95,08 bilhões em 2019 para 91,94 bilhões em 2020. Tudo isso, atrelado ainda aos constantes aumentos de custo da energia elétrica e crises hídricas geram um cenário cada vez pior para um ramo comercial tão dependente da energia, afetando não somente o comércio, como também o consumidor final que arca com os preços inflacionados. Sendo assim, um diagnóstico energético, junto a um processo de melhora da eficiência energética é uma das formas de mitigar os impactos causados. A partir da análise de caso específico apresentado nesse trabalho, outros locais podem ser diagnosticados tendo como base o estudo apresentado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do projeto é realizar um diagnóstico energético na Forno Grande - Padaria, Lanchonete e Confeitaria, com o intuito de melhorar a gestão e eficiência energética da empresa.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste projeto, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Realizar um diagnóstico preliminar, a fim de verificar à localidade, instalações, equipamentos e processo produtivo da empresa.

- Levantar a potência das lâmpadas e o tempo de funcionamento de cada uma delas, a fim de poder estimar o consumo relativo à iluminação.
- Medir o consumo de energia dos equipamentos de cocção e refrigeração.
- Medir a iluminação, para verificar se está de acordo com o recomendado.
- Verificar faturas de energia anteriores, para poder entender a configuração do consumo de energia elétrica ao longo dos anos. Assim como, levantar a memoria de massa, relativo às faturas de energia, para que se possa verificar a viabilidade de troca de modalidade tarifária.
- Fazer o acompanhamento diário do processo produtivo, de forma que, seja possível verificar possíveis desperdícios devido a má utilização dos equipamentos.
- Analisar e propor, a partir dos dados obtidos, mudanças que possibilitem a redução dos custos com energia.

1.4 Organização do Trabalho

Na seção um é contextualizado o tema do trabalho, apresentando suas justificativas e objetivos. A realização de um diagnóstico energético é uma boa forma de diminuir os custos da padaria com energia.

Na seção dois é verificado o referencial teórico em que se baseia o trabalho. Nela são abordados diversos temas quanto ao diagnóstico energético em geral e em padarias, assim como a eficiência energética em alguns dos sistemas de maior consumo energético em padarias. Além disso, é também tratado questões quanto aos tipos de modalidades tarifárias, grupos tarifários, postos horários, bandeira tarifária e impostos que incidem nas faturas de energia.

Na seção três são apresentrados os métodos utilizados na realização do trabalho, sendo eles divididos em três etapas; a primeira referente às faturas de energia, memória de massa e a realização de gráficos a partir disso; a segunda referente aos sistemas de iluminação, cocção e refrigeração da padaria e como cada um foi abordado. Para iluminação foi proposto a substituição de lâmpadas para outras eficientes, para a refrigeração e cocção foi verificado o consumo e uso de refrigeradores e fornos; e a terceira etapa referente à verificação da viabilidade de mudança tarifária convencional para branca.

Na seção quatro são apresentados os resultados obtidos a partir do desenvolvimento do trabalho e a análise financeira desses resultados. Foi ferificado o comportamento do

consumo de energia elétrica dos últimos anos, o consumo diários para alguns dias, mudanças nos sistemas de iluminação, refrigeração e cocção que possibilitem melhor utilização da energia, além de uma análise financeira.

Na seção cinco é demonstrada a conclusão como um compilado dos resultados principais obtidos em cada abordagem, além dos trabalhos que ainda podem ser realizados no futuro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Energia

Maxwell, em 1872, propôs uma definição de energia: "energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste à esta mudança". Basciamente, a energia transforma ou altera algo e/ou alguma situação que apresentava resistência a isso. Por exemplo, fazer um carro parado começar a se deslocar. O atrito do carro com o chão plano e horizontal promove uma resistência ao deslocamento. Ele, estando parado nessa situação, só começa a se locomover devido à energia despendida para o funcionamento do motor, sendo esse à combustão ou elétrico, não tem importância, visto que a energia pode ter várias formas. Ler um livro, correr, levantar um objeto, aquecer ou esfriar um ambiente, todos são processos de mudança que quebram uma resistência e logo precisam de energia (VIANA et al., 2012).

2.2 Eficiência Energética

A eficiência energética visa a eliminação de desperdícios dentro de um fluxo de energia. Equipamentos como uma lâmpada ou um motor transformam formas de energia e nesse processo eles perdem parte da energia para o ambiente. Uma lâmpada, por exemplo, tende a transformar parte da energia elétrica em calor, o que é ruim visto que o propósito da lâmpada é a iluminação. Sendo assim, quanto menos calor ela gerar nesse processo, melhor será seu rendimento. Além disso, outro tipo de desperdício é quanto a forma de utilização dos equipamentos, por exemplo, uma lâmpada acesa em uma sala sem ninguém, visto que ela não está atendendo a seu propósito (INEE, 2018).

2.3 Programas de Eficiência Energética no Brasil

2.3.1 PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) foi criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio. Mesmo tendo flutuações quanto ao investimento desde sua criação, o Plano de Aplicação de Recurso do Procel, em 2018, previa investimentos de mais de 140 milhões de reais em todas suas vertentes. Ainda, em 2018, foram economizados 22,09 bilhões de kWh, que corresponde a 4,87% do consumo de energia elétrica do país no período, além da redução de emissão de 1,701 milhão de toneladas de CO_2, graças aos investimentos feitos (PROCEL, 2019).

O Procel, ainda, conta com sub-programas em diversas áreas que podem ser divididos entre informacional/educacional, tecnológico e apoio direto a certos setores. Dentre os programas estão:

- Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética – Procel Info
- Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica
- Eficiência Energética em Equipamentos – Procel Selo
- Eficiência Energética Industrial – Procel Indústria
- Eficiência Energética em Equipamentos – Procel Selo
- Eficiência Energética no Saneamento Ambiental – Procel Sanear
- Eficiência Energética nos Prédios Públicos – Procel EPP
- Eficiência Energética Municipal – Procel GEM
- Eficiência Energética na Iluminação Pública e Sinalização Semafórica – Procel Reluz

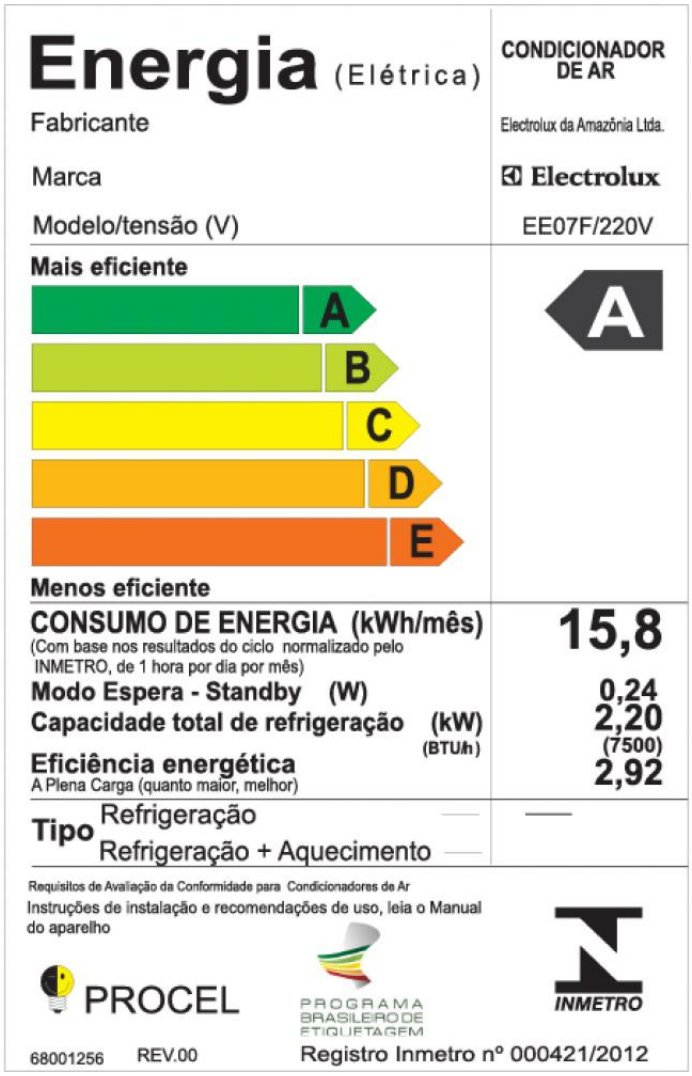
O selo Procel foi instituído em 1993, seu objetivo é conferir aos equipamentos de maior eficiência energética um selo, garantindo mais credibilidade ao produto, de acordo com os testes feitos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE. Esse selo, ilustrado na Figura 1, pode ser visto em diversos equipamentos como geladeiras, congeladores, lâmpadas, ares-condicionados, motores elétricos, etc.

Figura 1 – Selo Procel.

Fonte: (PROCEL, 2019).

O PBE é um programa gerenciado pelo Inmetro, com objetivo de informar ao consumidor final a eficiência energética de certos produtos. Por meio de testes em laboratório, verifica-se o desempenho dos produtos e eles recebem uma etiqueta, ilustrada na Figura 2, de acordo com sua eficiência, sendo classificados como "A" (mais eficiente) até "G" (menos eficiente).

Figura 2 – Etiqueta PBE para um ar condicionado.



Fonte: (DUSOL, 2018).

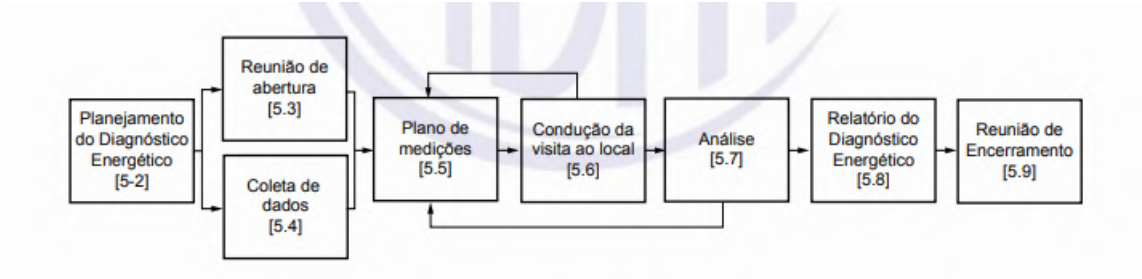
2.4 Diagnóstico Energético

O diagnóstico energético abrange uma análise da organização, equipamentos e processos. Baseando-se em medições e observações do uso e consumo de energia, busca-se alcançar uma melhor gestão e desempenho energético, eliminando desperdícios. O diagnóstico é conduzido de forma a identificar e priorizar espaços para melhoria que impactam na eficiência energética e benefícios ambientais. E, como resultado, espera-se uma avaliação

da gestão energética atual, assim como propostas de melhora do desempenho energético e benefício financeiro (ABNT, 2014).

Ainda, segundo a ABNT (2014), o diagnóstico enérgetico se divide nas etapas apresentadas na Figura 3.

Figura 3 – Etapas do processo de diagnóstico energético. Cada etapa tem um número abaixo referente à seção da ISO 50002.



Fonte: (ABNT, 2014).

As etapas apresentadas na Figura 3 são:

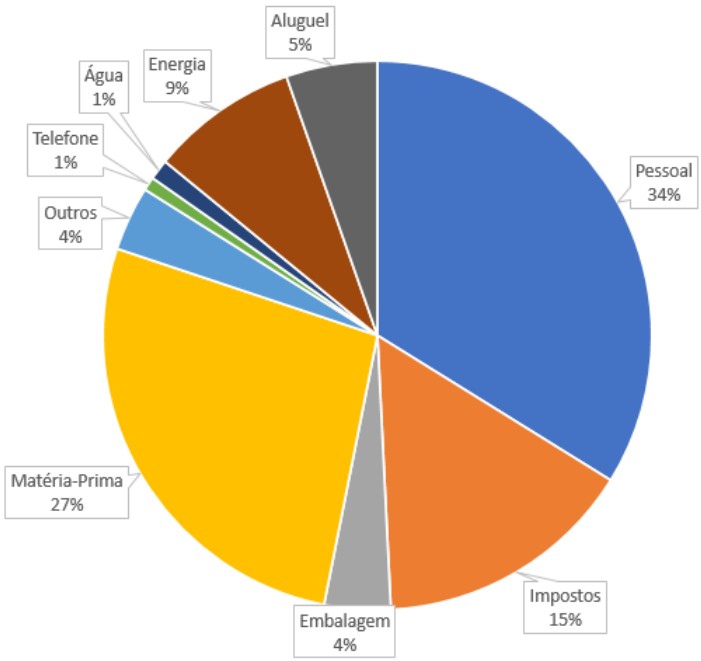
- Planejamento: São discutidos o detalhamento, o escopo, as expectativas do diagnóstico energético e o tempo para o completar.
- Reunião de abertura.
- Coleta de dados: Nessa etapa é necessário fazer uma lista dos sistemas, processos e equipamentos que consomem energia. Verificar estudos e diagnósticos passados, além de consumos de energia atuais e passados. Aqui também é necessário obter o preço da energia para ser utilizado na análise financeira.
- Plano de medições: Determinação do tempo e frequência de cada medição, além de traçar os pontos de medição mais relevantes.
- Condução da visita ao local: Etapa importante para se entender os impactos das rotinas de operação no desempenho energético e verificar se o uso da energia está de acordo com o que foi abordado antes.
- Análise: É feito uma análise do consumo de energia por uso e fonte, a identificação de oportunidades de melhoria e a avaliação dessas oportunidades: viabilidade financeira, investimentos necessários, etc.
- Relatório de diagnóstico energético.
- Reunião de encerramento.

É importante destacar que Santos (2006) aborda o diagnóstico energético como algo mais simples, que permite apenas análise qualitativa, não tratando de aspectos econômicos e apenas visado à energia elétrica e, ainda, não considera o diagnóstico energético como auditoria, já que, para sê-lo, é necessário um estudo mais demorado e custoso, que inclui análises econômicas e considera outras formas de energia além da energia elétrica. Contudo, segundo ABNT (2014), o diagnóstico energético visa sim outras energias, além da energia elétrica, e pode tratar de aspectos econômicos. Além disso, ao determinar o que é um diagnóstico energético, na nota de rodapé, é explicado que o termo mais comumente utilizado em inglês é o "*Energy Audit*", ou seja, a ISO 50002 usa o termo em inglês para auditoria energética. Embora isso seja verdade, fica claro, segundo ABNT (2016), que a auditoria é um processo mais complicado e custoso que o diagnóstico energético e está atrelado a certificação de sistemas de gestão de energia. Vale destacar que esse trabalho visa realizar um diagnóstico seguindo os termos da ISO 50002, principalmente, voltado à utilização de energia elétrica.

2.5 Consumo de Energia e Eficiência na Padaria

Segundo dados da ABIP (2008), a energia corresponde a 9% dos gastos financeiros em uma padaria, demonstrado na Figura 4.

Figura 4 – Gastos financeiros em uma padaria.

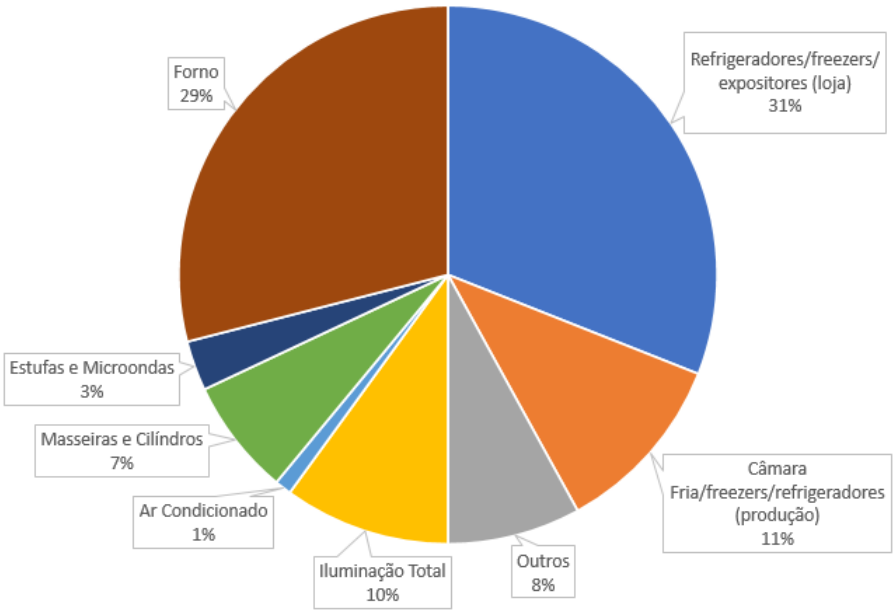


Fonte: (ABIP, 2008).

Na Figura 5, é possível ver a divisão desse gasto financeiro como o consumo de energia para cada setor, equipamento ou processo. A refrigeração correnspondeao maior gasto

energético, se somadas à refrigeração na parte da produção mais a parte do comércio. Em segundo lugar, está o forno com 29% do consumo de energia. Vale destacar que a refrigeração é composta por diversos equipamentos, como refrigeradores, congeladores, expositores e câmara fria, enquanto que o forno, geralmente, é um equipamento único, ou seja, quase um terço da energia utilizada em padarias está em apenas um equipamento. Logo em seguida, vem o sistema de iluminação e equipamentos como masseiras e cilindros.

Figura 5 – Consumo de energia por setores em uma padaria.



Fonte: (ABIP, 2008).

2.5.1 Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação, em uma panificadora, é responsável por iluminar os produtos de venda direta (vitrines) e também a área de produção. Desperdícios nesse sistema podem ser verificados pela iluminação inadequada, com uma quantidade acima da necessária de lâmpadas ou mesmo uma intensidade não ideal, devido à utilização de lâmpadas de potência maior que o necessário (ABIP, 2008).

A ISO 8995-1 trata sobre a iluminação em ambientes de trabalho. Tendo em vista que a iluminação deve concender conforto pessoal, bem-estar, desempenho visual, possibilitando que se exerça a função e segurança visual para detecção de perigos. Ela também aborda propriedades específicas para a iluminação em padaria, como pode se verificar na Tabela 1 (ABNT, 2013).

Na Tabela 1, a primeira coluna é referente ao tipo de ambiente, tarefa ou atividade; a segunda coluna é referente à iluminância sobre a área onde é exercida a tarefa; a terceira coluna é referente ao limite de ofuscamento unificado, sendo o ofuscamento um reflexo brilhoso que pode causar incômodo; e, finalmente, a quarta coluna é referente ao nível mínimo de reprodução de cor. A depender da lâmpada utilizada, a reprodução da cor pode ser mais ou menos fiel a cor real do que está sendo iluminado. As lâmpadas incandescentes tinham esse diferencial de ter uma reprodução de cor bem fiel, mas devido à sua baixa eficiência, acabaram entrando em desuso. A venda dessas lâmpadas foram sendo cessadas gradativamente ao longo dos anos até que, em 2017, a venda de todas as lâmpadas incandescentes foi proibida no país, já que elas não atingiam o mínimo necessário de eficiência energética, de acordo com o Inmetro.

Tabela 1 – Recomendações de iluminação para uma padaria.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	**lux**	**UGR**	**Ra**
Padarias			
Preparação e forneada	300	22	80
Acabamento, decoração	500	22	80

Fonte: (ABNT, 2013).

Guilliod e Cordeiro (2010), ainda, cita algumas oportunidades de melhorar a eficiência da iluminação predial, mas que também pode ser usado em empresas, tais quais:

- Identificar no sistema de iluminação os pontos de consumo elevado e desnecessário de energia elétrica;
- Realizar periodicamente campanhas de uso racional de energia, para combater os desperdícios originados nos hábitos de consumo;
- Adequar os níveis de iluminação aos locais de trabalho e de circulação;
- Substituir lâmpadas ineficientes e utilizar somente reatores de alta eficiência;
- Remover lâmpadas desnecessárias;
- Usar preferencialmente luminárias abertas, retirando o protetor de acrílico (quando necessário) para obter uma redução de até 50% do número de lâmpadas;
- Modificar os sistemas de controle liga-desliga do sistema de iluminação para facilitar o desligamento de áreas eventualmente sem uso;
- Substituir reatores de baixo rendimento;
- Melhorar a manutenção do sistema de iluminação.
- Projetar corretamente novos sistemas de iluminação.

- Desligar luzes de dependências que não estiverem em uso;
- Adequar os níveis de iluminamento ao tamanho do ambiente e tipo de atividade;
- Na iluminação exterior utilizar lâmpadas de vapor de sódio com controle por células fotoelétricas;
- Substituir luminárias por outras que melhorem o rendimento luminoso do conjunto luminária/lâmpada;
- Utilizar iluminação complementar sobre superfícies de trabalho tais como, pranchetas, mesas de computador, mesas de trabalho, e outros, para complementar a necessidade de maior iluminaçào no ambiente de trabalho.

2.5.1.1 Eficiência luminosa

A Tabela 2 mostra, para a mesma iluminodidade, a vida útil, potência e eficiência luminosa para as lâmpadas incandescente, fluorescente e LED. É evidente que a lâmpada de LED é melhor em todos os quesitos descritos, pois apresenta vida útil muito mais elevada que as demais e necessita de uma potência menor que a lâmpada fluorescente para uma mesma luminosidade, tornando-se a mais eficiente. Portanto, a utilização dessas lâmpadas é uma boa forma de aproveitar melhor a energia.

Tabela 2 – Vida útil e eficiência luminosa.

Tipo de Lâmpada	**Vida Útil (h)**	**Potência (W)**	**Luminosidade (lm)**	**Eficiência Luminosa (lm/W)**
Incandescente	1000	100	1300	13
Fluorescente	6000	20	1280	64
LED	30000	15	1320	88

Fonte: (DALLABRIDA; GONÇALVES; PIOVESAN, 2015).

2.5.2 Sistema de Cocção

O sistema de cocção consiste nos equipamentos que transformam algum tipo de energia em calor, sendo parte desse sistema o forno. O forno tem por objetivo transferir calor a algum material com eficiência e segurança. O forno elétrico, em específico, utiliza a energia elétrica para gerar calor, podendo esse ser à resistência, arco voltaico ou de indução. Embora esse tipo de forno seja eficiente, tenha fácil operação e limpeza, possui alto custo de aquisição, manutenção e operação.

Os fornos a resistência são constituídos de refratários e, em seu interior, há resistências que permitem seu aquecimento de maneira uniforme. As resistências são fios especiais

de niquel-cromo e outras ligas que atingem altas temperaturas ao oferecer resistência à passagem de corrente (SANTOS, 2006).

Segundo COPEL (2005), as perdas em fornos elétricos podem ser por perdas inerentes ao processo produtivo, perdas devido às características do equipamento e perdas na operação. Sendo que devem ser analisados para cada ponto:

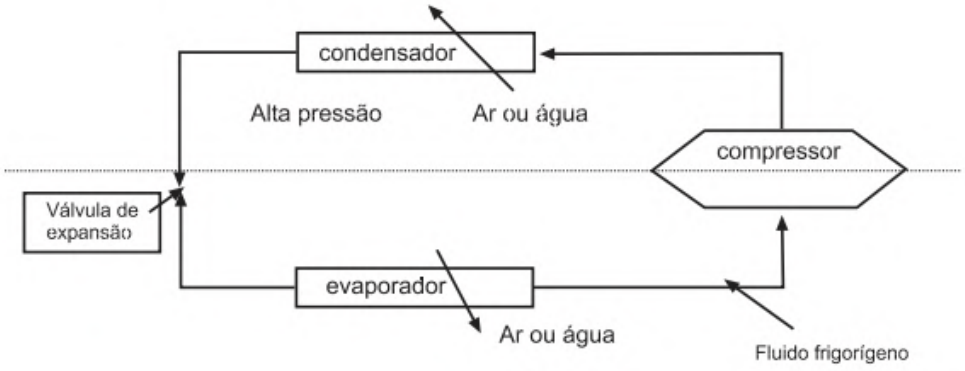
- Perdas inerentes ao processo produtivo:
  - Níveis de temperatura de trabalho;
  - Tempo de aquecimento.
- Perdas devido às características do equipamento e perdas na operação:
  - Capacidade produtiva e nível de produção exigido;
  - Perdas de calor por frestas e partes metálicas;
  - Perdas de calor por convecção;
  - Perdas pelas paredes do forno.
- Perdas na operação:
  - Aquecimentos inúteis;
  - Portas abertas;
  - Elevados níveis de temperatura;
  - Sobreaquecimentos.

2.5.3 Equipamentos de Refrigeração

2.5.3.1 Funcionamento

Os equipamentos de refrigeração são os maiores consumidores de energia na área de panificação e merecem bastante atenção, pois podem gerar maior diminuição do desperdício de energia. A função de um sistema de refrigeração é diminuir a temperatura em um interior em relação a temperatura exterior, transferindo o calor de algum local a outro. Seu esquema básico pode ser visto na Figura 6. O fluido frigorígeno é o fluido que circula dentro do sistema. O evaporador retira o calor do ambiente, passando-o ao fluido frigorígeno que se torna gás. No compressor, acionado por um motor elétrico, o fluido é comprimido, aumentando sua pressão e temperatura. No condensador, retira-se o calor do fluido para o ambiente externo por meio de um fluido de resfriamento, que pode ser água ou o próprio ar. Por fim, a válvula de expansão expande o fluido, diminuindo sua pressão e temperatura (PROCEL, 2005).

Figura 6 – Sistema básico de refrigeração.



Fonte: (PROCEL, 2005).

2.5.3.2 Eficiêcia Energética

O desempenho do ciclo frigorífico é dado por:

$$\text{Coeficiente de eficácia} = \frac{\text{Refrigeração Útil}}{\text{Trabalho líquido}}$$

Sendo a refrigeração útil a carga térmica retirada do ambiente e o trabalho líquido o consumo do motores envolvidos (PROCEL, 2005).

2.5.3.3 Problemas e causas de desperdício

Segundo PROCEL (2005), alguns dos problemas que podem ser fontes de disperdício de energia, uma vez que os refrigeradores não estarão em funcionamento ideal nessas condições, são os seguintes:

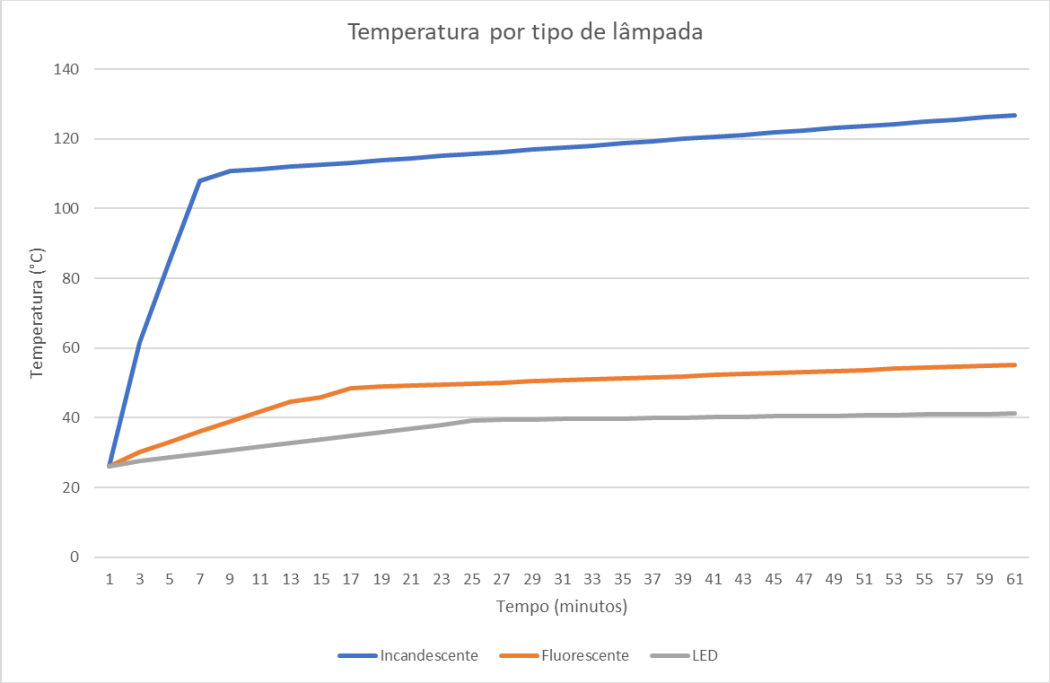
- Acúmulo de gelo no evaporador e tubulação;
- Produtos armazenados de forma inadequada, atrapalhando a circulação do ar;
- Temperatura abaixo do recomendado aos produtos;
- Refrigeradores próximos a fontes de calor ou sob incidência de raios solares;
- Uso de lâmpadas incadescentes dentro de áreas refrigeradas;
- Vedação precária;
- Inexistência de termostato no espaço refrigerado;

- Vazamento de água no sistema de condensação;
- Vazamento de óleo no compressor;
- Conjunto motor/compressor não alinhado;
- Hélice do condensador descentralizada;
- Condensador em local de difícil circulação de ar;
- Falta de limpeza no condensador;
- Condensador próximo a fonte de calor.

2.5.3.4 Uso de lâmpadas

A Figura 7 traz um comparativo da temperatura de cada tipo de lâmpada em determinado tempo. Assim, fica evidente que não é aconselhável utilizar lâmpadas incandescentes dentro de equipamentos de refrigeração, já que lâmpadas fluorescentes e LED apresentam temperaturas bem menores, sendo que as lâmpadas de LED apresentam temperaturas levemente inferiores às fluorescentes.

Figura 7 – Temperatura para cada tipo de lâmpada.



Fonte: (DALLABRIDA; GONÇALVES; PIOVESAN, 2015).

2.6 Grupos, postos e modalidades tarifárias

2.6.1 Grupos tarifários

Segundo ANEEL (2019b), os consumidores são divididos em dois grupos, A e B, de acordo com o fornecimento de tensão: Sendo o grupo A para clientes atendidos em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas com tensão inferior a 2,3 kV mas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária; e o grupo B para clientes atendidos em tensão menor que 2,3 kV. Há, ainda, a divisão em subgrupos: Para o grupo A, existe a divisão nos subgrupos A1, A2, A3, e A4 que se diferenciam pelo intervalo de tensão de fornecimento e o AS, que utiliza sistema subterrâneo de distribuição; já os subgrupos B são divididos de acordo com a finalidade, sendo B1 residencial, B2 rural, B3 demais classes e B4 iluminação pública.

2.6.2 Modalidades tarifárias

A própria ANEEL descreve o conceito de modalidade tarifária e seus diferentes tipos de existentes:

> L – modalidade tarifária: conjunto de tarifas aplicáveis às componentes de consumo de energia elétrica e demanda de potência ativas, considerando as seguintes modalidades: (Redação dada pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> a) modalidade tarifária convencional monômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia; (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> b) modalidade tarifária horária branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia; (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> c) modalidade tarifária convencional binômia: aplicada às unidades consumidoras do grupo A caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia; (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> d) modalidade tarifária horária verde: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, assim como de uma única tarifa de demanda de potência; e (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> e) modalidade tarifária horária azul: aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia; (Incluída pela REN ANEEL nº 479, de 03.04.2012) (ANEEL, 2019b).

As modalidades tarifárias convencional binômia, horária verde e horária azul são exclusivas para consumidores do grupo A. Isto implica que consumidores do grupo B podem optar somente pela modalidade tarifária convencional monômia ou branca, sendo que a branca não pode ser aplicada para consumidores do subgrupo B4 e da subclasse baixa renda do subgrupo B1. A padaria, objeto do estudo desse projeto, é atendida com fornecimento menor que 2,3 kV e, portanto, é do grupo B, ou seja, tem a opção de escolher entre a convencional e a branca.

A modalidade tarifária convencional tem apenas uma tarifa de aplicação sobre o consumo de energia, independente do horário e a modalidade tarifária branca tem diferentes tarifas a depender do horário de consumo. Esses horários são os postos tarifários ponta, intermediário e fora ponta.

2.6.3 Postos tarifários

A ANEEL (2019b) também define o que é posto tarifário e seus diferentes tipos:

> LVIII – posto tarifário: período de tempo em horas para aplicação das tarifas de forma diferenciada ao longo do dia, considerando a seguinte divisão: (Redação dada pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> a) posto tarifário 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 ou permissão, com exceção feita aos sábados, domingos, terça-feira de carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, e os seguintes feriados: (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> b) posto tarifário intermediário: período de horas conjugado ao posto tarifário ponta, sendo uma hora imediatamente anterior e outra imediatamente posterior, aplicado para o Grupo B, admitida sua flexibilização conforme Módulo 7 dos Procedimentos de Regulação Tarifária; e (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)
>
> c) posto tarifário fora de ponta: período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas nos postos ponta e, para o Grupo B, intermediário; (Incluída pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)

Como a distribuidora local quem decide nesse sentido, então, a EDP ES definiu como horário ponta de 18h00 às 20h59 e intermediários das 17h00 às 17h59 e das 21h00 às 21h59. Sendo assim, caso a utilização de energia elétrica seja menor nos horários ponta e fora ponta, ou mesmo que o consumidor se adeque para que esse valor diminua, a tarifa branca pode ser uma opção mais barata que a convencional (ANEEL, 2019a).

2.6.4 Fatura de energia elétrica

A fatura de energia elétrica é o meio pelo qual os consumidores de energia verificam o valor a ser pago à concessionária de energia local. Na fatura, estão discriminados os itens que compõem o valor final da fatura de energia. Dentre esses itens estão: a tarifa de energia; imposto sobre circulação de mercadoria e serviços (ICMS); Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS); Programa de Integração Social (PIS); A Contribuição de Iluminação Pública (CIP); e a bandeira tarifária. PIS e COFINS são tributos federais, enquanto que o ICMS é estadual e o CIP é municipal. Além disso, o CIP e o ICMS variam a alíquota, dependendo da classe e faixa de consumo, enquanto que o PIS e COFINS não. Já as bandeiras são um acrécimo à tarifa aplicada, relativo à quantidade de dias que cada bandeira esteve vigente, sendo que a verde não gera acrécimo algum (ENERGÊS, 2020).

Para realizar o o cálculo do valor em reais da fatura de energia é necessário entender como são calculados alguns pontos que influenciam no valor final. As Equações 2.1 a 2.7 explicitam isso. A partir das Equações 2.1, 2.2, 2.4, 2.6 e 2.7, é possível calcular o valor final em reais, ilustrado na Equação 2.8.

$$\text{Consumo (R\$)} = \text{Consumo (kWh)} \cdot \text{Tarifa de aplicação (R\$/kWh)} \tag{2.1}$$

Onde, Consumo (R$) é o consumo total de energia em reais, Consumo (kWh) é o consumo total de energia em kWh e Tarifa de aplicação é a tarifa de aplicação homologada pela ANEEL.

$$\text{Bandeira (R\$)} = \text{Consumo (kWh)} \cdot \text{Tarifa (R\$/kWh)} \cdot \text{Tempo de vigência} \tag{2.2}$$

Onde, Bandeira refere-se ao valor total em reais devido à bandeira tarifária, Tarifa refere-se à tarifa de acrécimo referente à bandeira tarifária e o Tempo de vigência refere-se ao tempo em que a bandeira esteve presente.

$$\text{Base ICMS (R\$)} = \frac{\text{Consumo (R\$)+Bandeira (R\$)}}{\text{(1-ICMS)} \cdot \text{(1-PIS-COFINS)}} \tag{2.3}$$

Onde, Base ICMS (R$) é a base de cálculo para o ICMS, ICMS é a alíquota de ICMS, PIS é a alíquota de PIS e COFINS é a alíquota de COFINS.

$$\text{ICMS (R\$)} = \text{Base ICMS (R\$)} \cdot \text{ICMS} \tag{2.4}$$

Onde, ICMS (R$) é o valor total em reais referente ao ICMS.

$$\text{Base PIS/COFINS (R\$)} = \text{Base ICMS (R\$) - ICMS (R\$)} \tag{2.5}$$

Onde, Base PIS/COFINS (R$) é a base de cálculo para o PIS e COFINS.

$$\text{PIS (R\$)} = \text{Base PIS/COFINS (R\$)} \cdot \text{PIS} \tag{2.6}$$

Onde, PIS (R$) é o valor total em reais referente ao PIS.

$$\text{COFINS (R\$)} = \text{Base PIS/COFINS (R\$)} \cdot \text{COFINS} \tag{2.7}$$

Onde, COFINS (R$) é o valor total em reais referente ao COFINS.

$$\begin{aligned}\text{Valor (R\$)} = \text{Consumo (R\$)} + \text{Bandeira (R\$)} + \text{ICMS (R\$)} + \text{PIS (R\$)} \\ + \text{COFINS (R\$)} + \text{CIP (R\$)}\end{aligned} \tag{2.8}$$

Onde, Valor (R$) refere-se ao valor final da fatura e CIP refere-se ao valor da CIP em reais.

3 METODOLOGIA E ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, foi feito um diagnóstico preliminar, conhecendo as instalações da empresa, os processos, equipamentos e a forma de utilização da energia. Nessa fase, os equipamentos foram analisados de maneira mais qualitativa. Em seguida, foram levantadas as cargas, consumo e eficiência dos equipamentos. Nessa etapa, foi necessária a utilização de alguns equipamentos como um luxímetro para verificação do sistema de iluminação, termômetro para verificação de refrigeradores, e um medidor de energia elétrica, para medição de cargas e consumo; além da requisição das últimas faturas de energia nos cinco anos anteriores.

Em seguida, foi feita uma verificação e análise dos dados anteriores para que melhorias pudessem ser propostas. Dentre as melhorias, destacam-se: troca de equipamentos, manutenção de equipamentos, mudanças de localidade dos equipamentos, mudanças na operação do processo, mudança de modalidade tarifária, mudanças no ambiente, mudanças na operação dos equipamentos, etc.

A seguir, explica-se a forma como foi seguida cada etapa:

- Etapa 1: Primeiramente, foi realizada uma inspeção nas tarifas de energia antigas da padaria para ter uma noção de como se alterou o uso da energia nesse tempo. Bastou verificar junto á concessionária de energia. De posse das tarifas, foi feita uma análise, a partir de gráficos, de como o consumo e valor da fatura sofreram alterações. Os gráficos foram feitos utilizando o Excel (Microsoft Corporation, 2019). Foi utilizado um gráfico de média referente a cada mês do ano para os cinco anos anteriores a fim de entender como o consumo de energia se diferencia em cada mês do ano. Além disso, foi traçado também um gráfico mês a mês, do consumo e valor da fatura, para verificar se houve grandes mudanças ao longo do tempo e também um gráfico comparativo com a média mensal para cada ano do consumo e do valor da tarifa para verificar se houve mudanças significativas na cobrança da energia elétrica ao longo do tempo.

  Foi solicitado, também, a memória de massa à concessionária de energia a fim de fazer um análise do consumo diário da padaria, porém, só possível conseguir para os 5 primeiros meses do ano de 2022. De posse da memória de massa, foi construída, em forma de gráfico, a carga diária da padaria para alguns dias em específico, para servir como exemplificação de como é o consumo para certos dias da semana. Isto foi feito traçando o perfil de consumo de energia a cada 15 minutos, para um dia de semana (como não havia diferenças significativas de consumo entre os dias da semana, utilizou-se uma quarta-feira, a fim de exemplificação), sábado e domingo.

- Etapa 2: É de extrema importância entender como funcionam todos os processos da

empresa, como é o ambiente da empresa, etc, para que se possa saber onde e como otimizar o uso da energia. Foi feito um acompanhamento do dia a dia na padaria a fim de entender seu funcionamento por completo. A partir disso, foi crucial também entender todo o processo produtivo, em especial a produção de pães e bolos, já que esse é o principal processo da padaria, além de utilizar o equipamento de maior consumo, que é o forno elétrico. Vale destacar que a padaria, objeto de estudo do projeto, conta com dois fornos principais, que são mais utilizados, e um forno de pequeno porte, que é utilizado somente aos domingos.

Nesta etapa, foram verificados os dados de placa dos fornos e foi utilizado um equipamento para medir o consumo de ambos os fornos, que são ligados a um mesmo disjuntor, como ilustrado na Figura 8. Esse medidor de energia, da marca KKmoon e modelo PZEM-022, consegue medir até 100 A AC, até 22 kW de potência e 100 kWh de energia (KKMOON, 2021). Também, foram feitas anotações de tempos em tempos da medida do consumo. O consumo marcado no equipamento precisou ser ajustado, já que ele não foi feito para medidas trifásicas, portanto, já que ele mede a tensão de linha e a corrente de linha, bastou apenas multiplicar o consumo por $\sqrt{3}$. Já que a potência trifásica é dada por:

$$\mathrm{S} = \sqrt{3} * I_L * V_L$$

Tal que: S é potência em VA, I_L é a corrente de linha e V_L é a tensão de linha. Vale destacar que não foi possível medir os fornos por separado devido às intalações do local.

Quanto à refrigeração, atentou-se à quantidade de congeladores, geladeiras e câmaras frias, como são utilizados, seus estados e se estão adequados. O mesmo equipamento para medir o consumo dos fornos também foi utilizados em alguns dos refrigeradores, contudo, como não são do tipo trifásico, não foi necessário realizar ajustes. O medidor foi utilizado em cada congelador/refrigerador por um período de 20 à 30 horas, já que a carga desses equipamentos podem variar ao longo do dia.

Já na parte de iluminação, foram feitas medições com um luxímetro para verificar se são seguidas as recomendações necessárias para a produção, além de verificar suas respectivas potências, modelos e utilização, para se fazer uma tabela com o tempo de funcionamento de cada uma delas e traçar um perfil de consumo relativo à iluminação e como ele pode ser alterado. Para realizar esse levantamento, as lâmpadas foram divididas por ambiente, que são: Área comercial; Escritório 1; Escritório 2; Estoque inferior; Estoque superior; Sala de descanso; Banheiro masculino; Vestiário masculino; Banheiro feminino; Vestiário feminino; Câmara fria 1; Câmara fria 2; Câmara fria 3; Câmara de massas; Corredor escritório; Refrigeradores e Área da produção. Além disso, o luxímetro utilizado foi o da marca Labuduo e modelo MT-30, ele consegue

medir até 200.000 lux, tem uma resolução de 0,1 lux e precisão de 4% (LABUDUO, 2020).

Figura 8 – Forma de ligação do quipamento no disjuntor dos fornos.

Fonte: autoria própria.

- Etapa 3: Após a verificação do processo produtivo, percebeu-se a possibilidade de mudança de tarifa. Por conta disso, foi utilizada a memória de massa para realizar os cálculos referentes à tarifa horária branca e verificar sua viabilidade. Dessa forma, foram utilizados os meses de fevereiro a maio de 2022 para os cálculos, sendo usados como base os dias de leitura atual e anterior de cada fatura. As tarifas de aplicação utilizadas foram as referentes ao último reajuste da EDP ES, com a resolução homologatória nº 2918, para o subgrupo B3, na qual se enquadra a padaria. Sendo utilizados os postos tarifários ponta, intermediário e fora ponta para o cálculo da tarifa horária branca, e a convencional para comparação. Além disso, o posto horário ponta é aplicado em dias de semana das 18:00h às 21:00h, o intermediário em dias de semana das 17:00h às 18:00h e das 21:00h às 22:00 e o fora ponta nos horários restantes.

  Na Tabela 3, verifica-se as tarifas de aplicação TUSD e TE para o subgrupo B3, modalidade, etc. Dessa forma, o valor total da tarifa de aplicação é a soma da TUSD e TE. Para posto ponta, a tarifa é 2,17 vezes maior que o convencional, enquanto que o intermediário é 1,38 vez maior e fora ponta 0,87 vez menor. Dessa forma, para

que seja viável a utilização dessa modalidade, o consumo nos horários fora ponta deve superar os ponta e intermediário.

Tabela 3 – Tarifas de aplicação para o grupo B3.

SUBGRUPO	MODALIDADE	POSTO	TUSD (R$/MWh)	TE (R$/MWh)	TOTAL (R$/MWh)
B3	BRANCA	PONTA	890,20	433,80	1325,00
		INTERMEDIÁRIO	578,94	265,12	844,06
		FORA PONTA	267,68	265,12	532,80
	CONVENCIONAL		331,25	279,26	610,51

Fonte: (ANEEL, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Horários de funcionamento

A padaria tem seus horários de abertura e fechamento definidos da seguinte forma:

- Segunda-feira a sábado: das 5h00 às 19h00
- Domingo: das 5h00 às 13h00

Os horários de maior circulação na padaria são entre 6h00 e 7h00 e entre 15h00 e 16h00. A padaria se encontra em um local de muito movimento em Campo Grande - Cariacica, próximo a uma avenida muito movimentada, além de estar em frente a um ponto de ônibus; e, além dos cidadãos que moram nas proximidades, parte da clientela é também composta de pessoas à espera de transporte público, ou que se locomoveram para perto da região por outras razões, como fazer compras, ir a academia, ir ao médico, dentista, etc. Por estar próximo a um rico comércio e também uma zona residencial, a padaria tem uma localização privilegiada.

4.2 Processo produtivo

O ínicio do processo, é às 2h00, quando chega um dos padeiros. Nessa hora, o forno de lastro (especificações na seção 4.6) é ligado, já que esse forno demora a se aquecer, para que esteja em pleno funcionamento e possa oferecer alimentos quentes e frescos ao abrir. O produto principal é o pão de sal, mas, também, são feitos pães doces, bolos, pães de queijo, salgados, etc. Logo em seguida, já se inicia a produção de massa. No período da manhã, a partir de 3h30, começam-se a assar os pães de queijo grandes. Por volta de 4h20, o forno turbo (especificações na seção 4.6) é ligado, no qual é feito o pão de sal. O forno turbo é mais utilizado para o pão de sal e outro, o de lastro, para o pão doce, bolos, pão de queijo, entre outros. Quando a padaria abre para os clientes, às 5h00, é ativada toda iluminação, tanto da área comercial, como da área da produção. A utilização do forno turbo continua durante toda a manhã e vai até as 15h00, período no qual são produzidos 1800 pães de sal.

4.3 Análise das faturas de energia elétrica

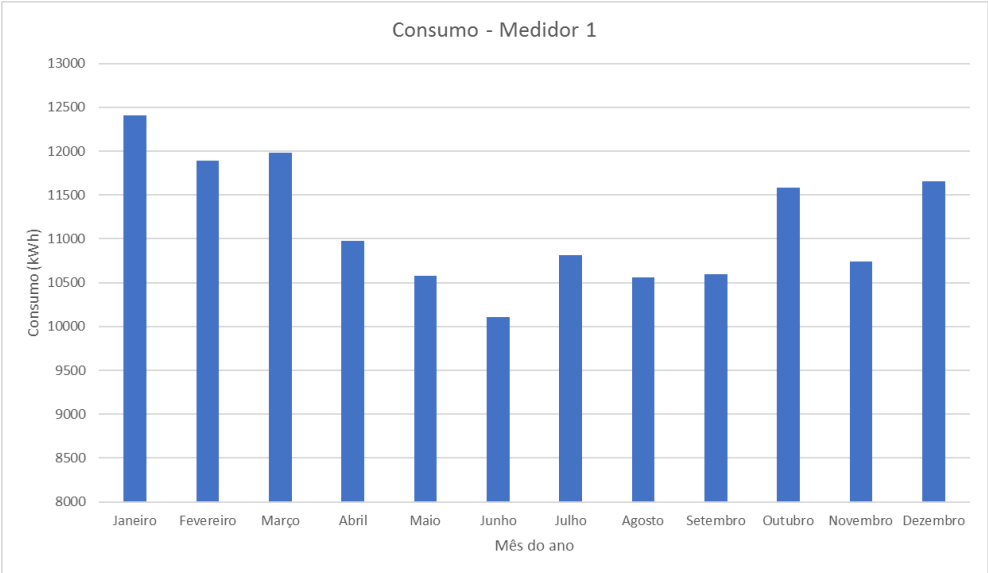
É interessante analisar as faturas antigas de energia elétrica para se ter uma noção de como se dá o consumo em um determinado tempo, as diferenças para cada época do ano, além de verificar a evolução do consumo ano a ano.

Logo de início, foi constatado que a padaria utilizava duas faturas de energia, sendo uma delas compartilhada com a iluminação de um edifício residencial de cinco andares, no qual o proprietário também é responsável por realizar o pagamento. Contudo, isso não é o ideal, visto que a análise fica mais complicada, além de pagar a contribuição de iluminação pública duas vezes.

Visto isso, a partir das faturas de energia, foi feita uma análise da média do consumo de cada mês dos últimos cinco anos, tanto para o Medidor 1, quanto para o Medidor 2 (compartilhado) e para ambos somados. Vale destacar que o o consumo do Medidor 2 foi considerado completamente como se fosse da padaria, mesmo não sendo, já que foi informado que esse medidor apenas alimenta quatro lâmpadas no condominío. Além disso, os meses referenciados são os mesmos descritos nas faturas de energia, que correspondem às leituras anterior e atual, que, em média, são feitas na metade do mês. Isso significa que, por exemplo, a fatura de maio de 2019 tem sua leitura atual em 17/05/2019 e a leitura anterior em 16/04/2019, ou seja, essa fatura leva em conta o consumo na metade inicial do mês de maio mais a metade final do mês de abril.

A Figura 9 se refere à média de consumo para cada mês do ano nos cinco últimos anos para o Medidor 1. Pelo gráfico, percebe-se que os maiores consumos de energia se dão nos meses finais (outubro a dezembro) e iniciais do ano (janeiro a março), sendo nos três primeiros meses do ano, um consumo mais proeminente. Isso pode indicar um maior consumo dos congeladores, refrigeradores, câmaras, ares condicionados, etc. Já que esses meses apresentam temperaturas maiores que os demais, devido, é claro, à época do ano.

Figura 9 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos para o Medidor 1.

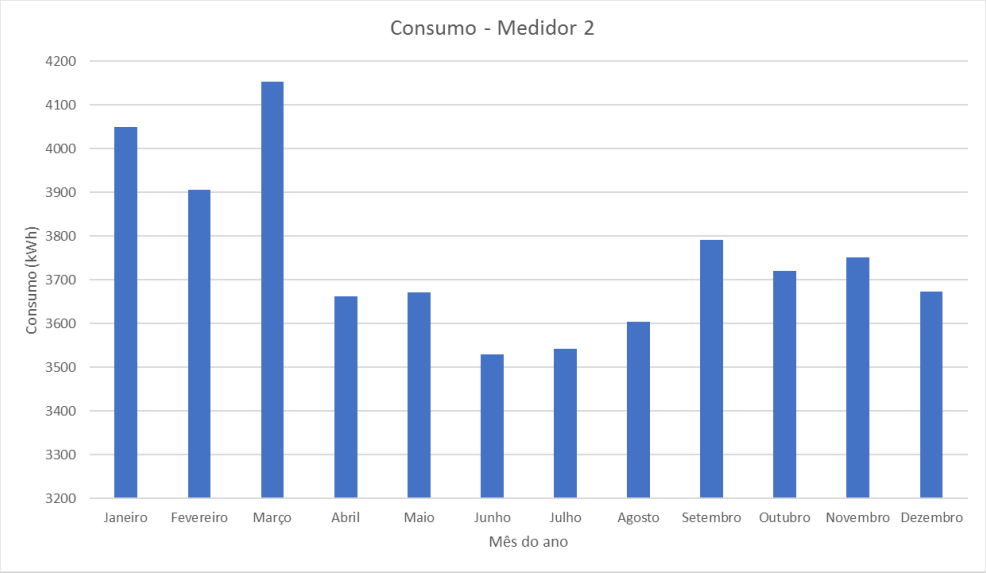


Fonte: autoria própria.

Para o Medidor 2, na Figura 10, o consumo segue o mesmo padrão que o anterior. Sendo

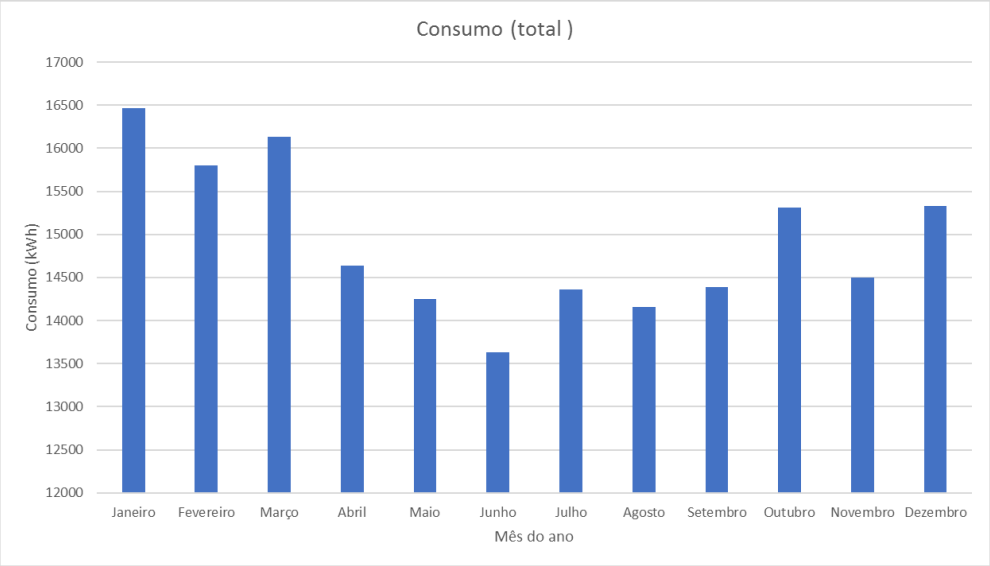
que, nesse caso, é ainda mais nítido o maior consumo nos primeiros três meses do ano. Na Figura 11, então, nota-se que o comportamento se mantém similar às Figuras 9 e 10.

Figura 10 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos para o Medidor 2.



Fonte: autoria própria.

Figura 11 – Consumo médio de energia elétrica em cada mês nos úlitmos 5 anos com os medidores em conjunto.

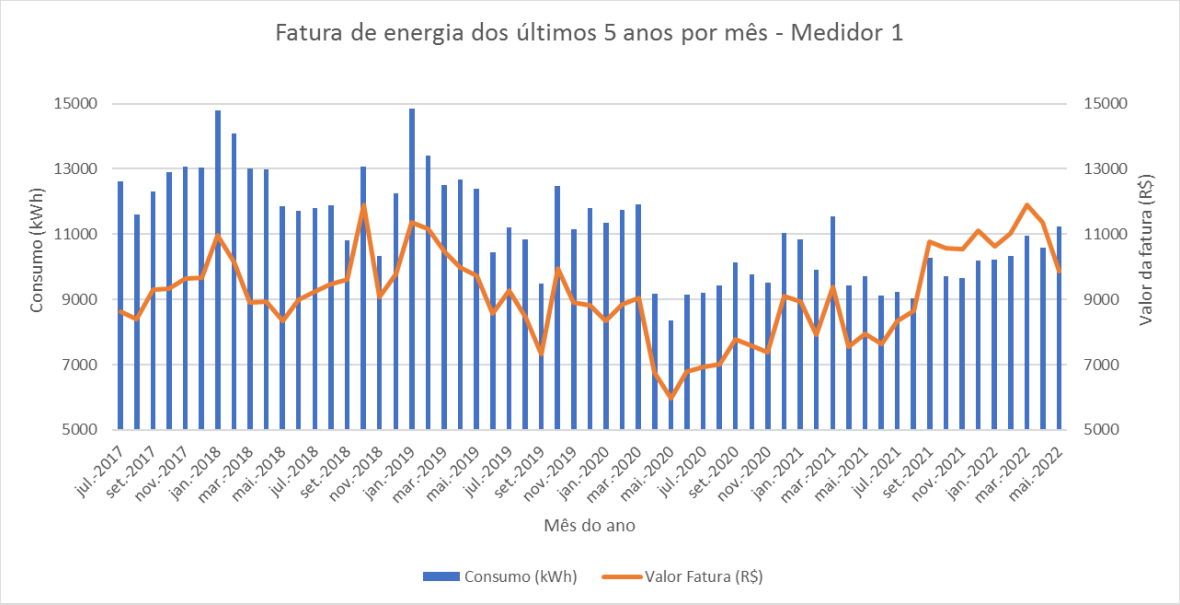


Fonte: autoria própria.

A fim de verificar a mudança do consumo ao longo do tempo, além da mudança no valor da fatura, foram traçados os consumos mês a mês desde julho de 2017 até maio de 2022. Na Figura 12, verifica-se que houve uma redução drástica no consumo no início do ano de 2020, passando de 11920 kWh de consumo em março de 2020 para 8345 kWh em maio de 2020 (o menor valor na base de dados), provavelmente, devido às consequências da pandemia de Covid-19, com a diminuição de circulação de pessoas, já que, em 25 de março

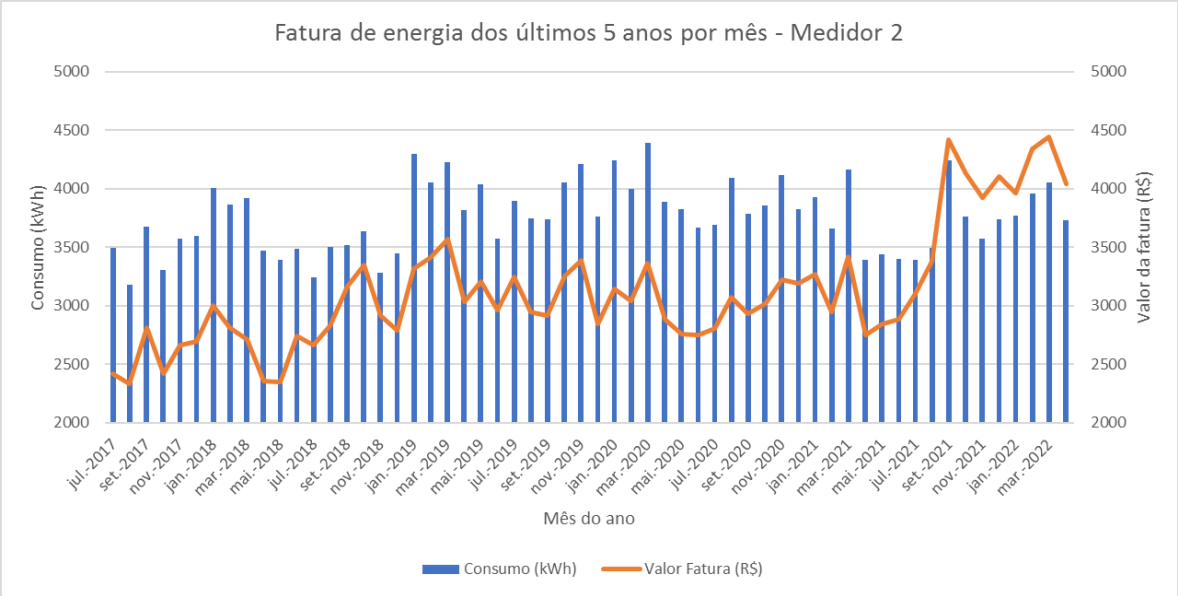
de 2020, o governador do Espírito Santo declarou que o estado adotaria um *lockdown* de 28/03/2020 à 04/04/2020. Contudo, verificou-se que, no início de 2020, todas as lâmpadas, tanto da área comercial, quanto da produção, foram trocadas para lâmpadas de LED. Desde essa troca, o consumo diminuiu e se manteve estável. Mesmo assim, em 2021, é possível ver um salto no valor da fatura, mesmo o consumo tendo diminuído em relação a anos anteriores. Da mesma forma, para o Medidor 2, na Figura 13, é possível verificar esse aumento brusco em 2021, mesmo que o consumo de energia elétrica não tenha se alterado de forma perceptível.

Figura 12 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para o Medidor 1.



Fonte: autoria própria.

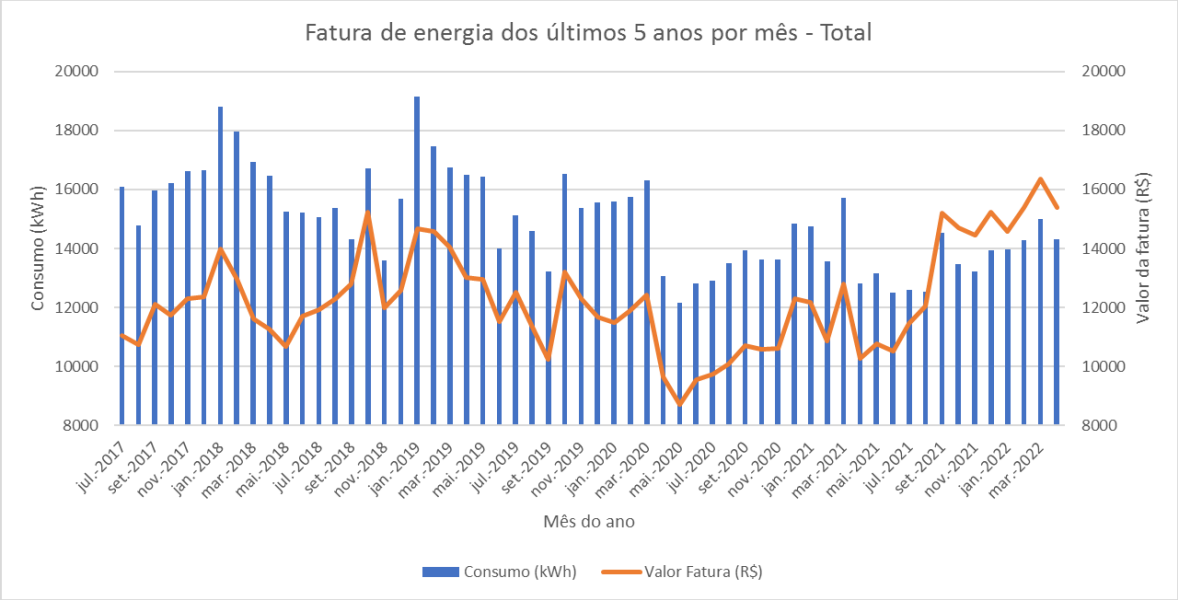
Figura 13 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para o Medidor 2.



Fonte: autoria própria.

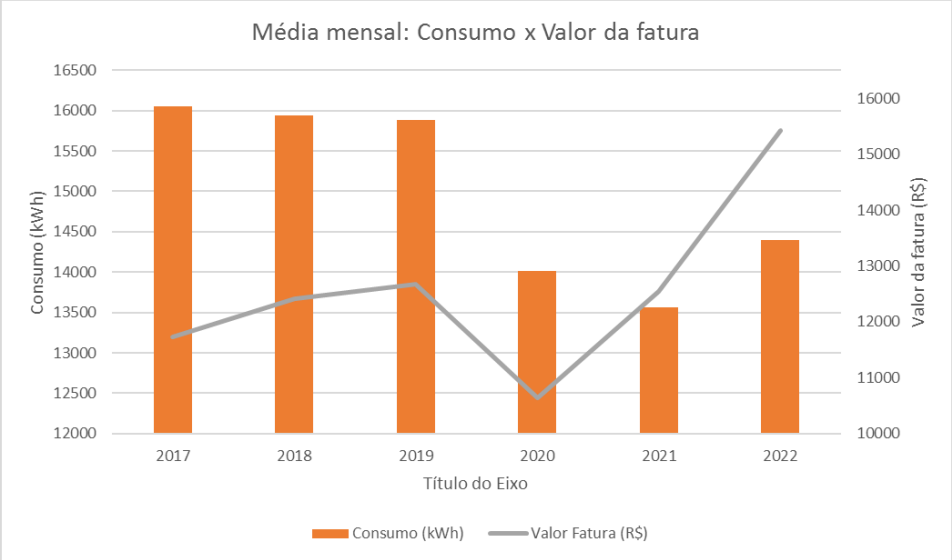
Para o consumo em conjunto, como o consumo no Medidor 1 é, em geral, quase que três vezes o do Medidor 2, os valores apresentados na Figura 14 se parecem mais aos obtidos do Medidor 1. Dessa forma, é possível verificar a queda de consumo em 2020, assim como o aumento do valor da fatura em 2021. A anterior observação também pode ser obtida através da Figura 15.

Figura 14 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para os medidores em conjunto.



Fonte: autoria própria.

Figura 15 – Média mensal em cada ano do consumo de energia elétrica e valor da fatura para cada ano.

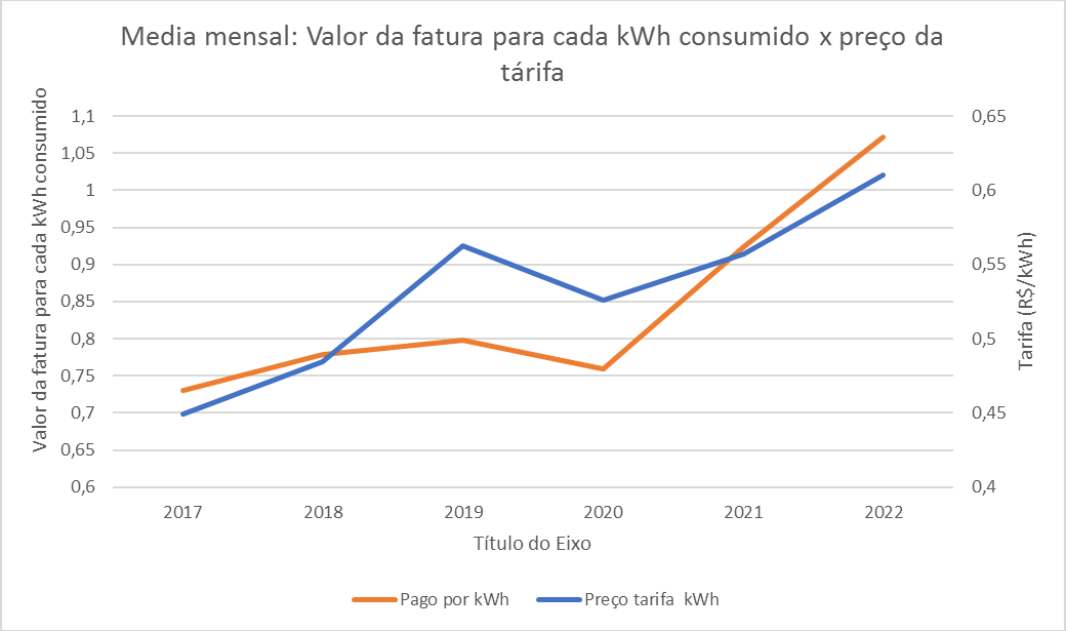


Fonte: autoria própria.

O gráfico da Figura 16 mostra a média mensal de cada ano do valor efetivamente pago dividido pelo consumo (não deve ser confundido com o valor da tarifa) em comparação

com a tarifa. Pode se observar, no gráfico desta figura, que há um aumento desproporcional do que é pago e do preço da tarifa, ou seja, houve, também, um aumento devido a outros fatores. Como não houve mudanças significativas quanto à cobrança de tributos (ICMS, PIS, COFINS, Contribuição de iluminação pública) nesse período, conclui-se que, essa mudança ocorreu devido às bandeiras tarifárias.

Figura 16 – Consumo ao mês de energia elétrica nos úlitmos 5 anos e valor da fatura para os medidores em conjunto. O preço da tarifa é referente ao valor homologado pela ANEEL.



Fonte: autoria própria.

Ao verificar as faturas, desde dezembro de 2020 até maio de 2022, não houve nenhum mês com bandeira tarifária verde. Essa bandeira é um indicativo de que as hidrelétricas estão conseguindo gerar energia elétrica em abundância e, portanto, não é necessário aumentar o valor pago pela energia. Percebe-se, portanto, que as bandeiras tarifárias contribuíram, e muito, para os custos com energia da padaria, já que outras bandeiras estiveram presente nesse período, como a amarela e vermelha. Além disso, de outubro de 2021 a maio de 2022, a bandeira de escassez hídrica esteve presente em todos os meses. No mês de abril de 2022, apenas o valor da bandeira chegou a aproximadamente 13% do valor da fatura.

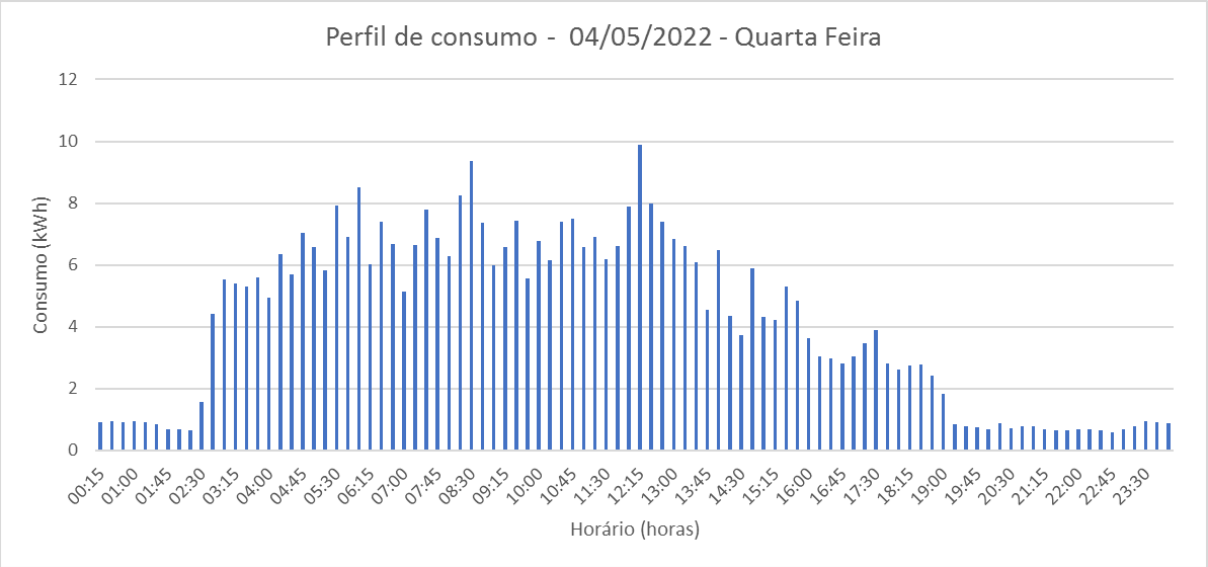
A energia elétrica é um dos maiores gastos de uma padaria, e sua elevação gera também a elevação nos preços dos produtos, a fim de conter os gastos. Essa análise nos leva ao cenário atual do país, com a inflação mais alta dos últimos anos. Além disso, é nítida a influência do clima na fatura de energia, o que leva a incertezas quanto ao que se esperar para o futuro. Já foi criada a bandeira de escassez hidríca em 2021, um nível acima da vermelha 2, devido a piora da seca nos últimos anos (UOL, 2022).

4.4 Análise da carga diária

A análise da carga diária é interessante para entender como é o consumo da padaria ao longo do dia, verificando pontos de maior e menor consumo. Com a EDP, foi possível conseguir a memória de massa para o Medidor 1, mas não para o Medidor 2, já que o fasor, equipamento que envia remotamente as informações a cada 15 minutos não estava funcionando. Isso é mais uma das desvantagens de dividir a fatura em duas, já que não foi póssivel fazer a análise como um todo, que seria o ideal; contudo, como o Medidor 1 representa mais de 70%, em geral, do consumo, é possível se ter uma boa noção de como o consumo diário é representado.

A partir da Figura 17, tem-se o consumo para um dia de semana qualquer. A partir das 2h00, o consumo de energia dispara, já que um dos fornos é ligado, além de parte da iluminação da área de produção. Às 4h15, há outro aumento de consumo, quando o outro forno, o turbo, é ligado, assim como às 5h00 também, quando se abre a padaria, momento em que grande parte da iluminação é ativada, além de algumas geladeiras que também são ligadas essa hora. A partir das 13h00, a curva começa a diminuir, visto que o forno de lastro é desligado, a partir das 15h00, o consumo diminui mais ainda, quando é desligado o forno turbo. Depois disso, às 19h00, horário em que se fecha a padaria, diminui novamente a curva, permanecendo ligados apenas congeladores, geladeiras, câmaras.

Figura 17 – Consumo diário para um dia de semana.

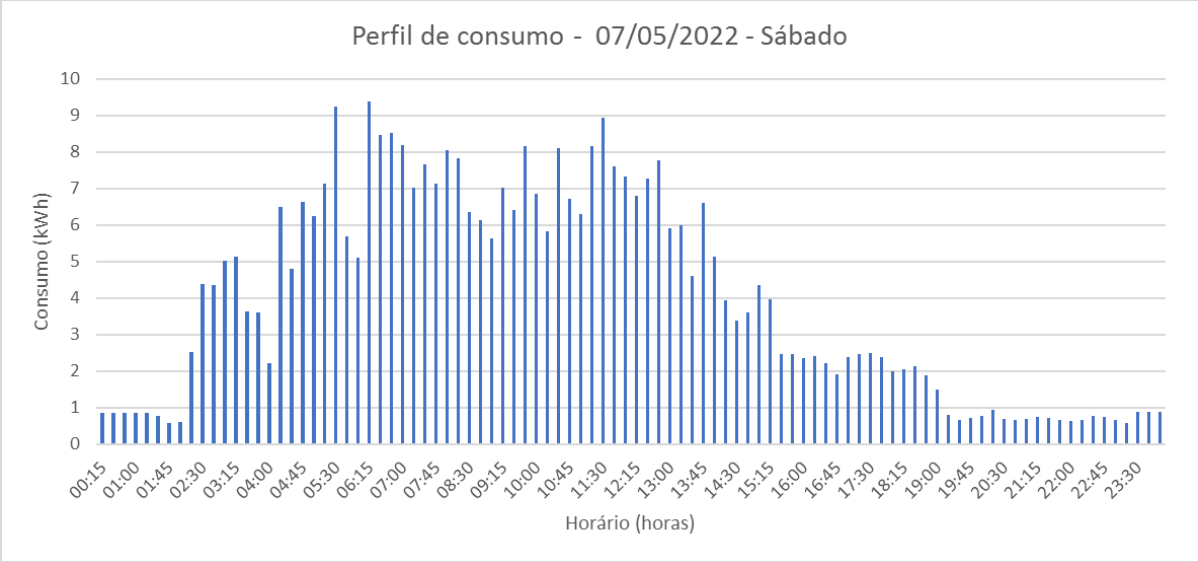


Fonte: autoria própria.

Na Figura 18, tem-se o consumo para sábado, percebe-se que se assemelha muito ao do dia da semana, visto que o horário de funcionamento é o mesmo e os processos nos fornos também.

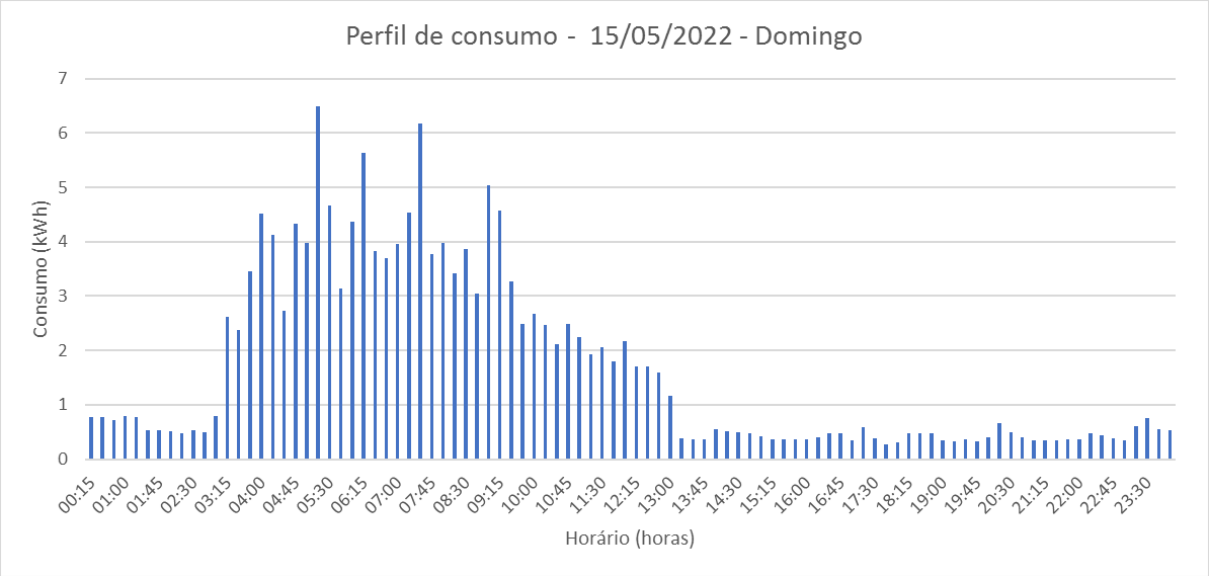
Na Figura 19, tem-se o consumo típico para o dia de domingo. Como nesse dia se fecha mais cedo, por ter menor circulação e demanda, a produção é reduzida. Produz-se menos pão de sal e não se produz bolos nesse dia. Percebe-se que os picos de consumo são menores na Figura 19 que nas Figuras 17 e 18, devido ao forno a lastro, de maior porte, não ser ligado, pois não há grande demanda nesse dia, utilizando-se um forno de lastro, de menor porte, apenas para fazer alguns pães de queijo grandes. Porém, a curva se inicia semelhante às anteriores, pois o horário de abrir se mantem, e também começa a decair antes, já que o forno de lastro é utilizado somente por um período de duas horas e o forno turbo é utilizado até às 9h00. Às 13h00, a padaria é fechada e o consumo decai novamente.

Figura 18 – Consumo diário para um sábado.



Fonte: autoria própria.

Figura 19 – Consumo diário para um domingo.



Fonte: autoria própria.

4.5 Viabilidade da Modalidade Tarifária Branca

A partir da análise de carga diária, além do funcionamento e processo produtivo, verificou-se a possibilidade de alterar a tarifa horária da padaria. Atualmente, é utilizada a tarifa convencional, com atendimento trifásico, subgrupo B3. Contudo, a partir dos consumos diários, verifica-se que a maior parte do consumo se dá das 2h00 até às 15h00. Ou seja, o pico de consumo se encontra nos horários de fora ponta. Além disso, há também consumo considerável no fim de semana, dias em que é sempre fora ponta, independente do horário. Então, a partir da memória de massa dos cinco primeiros meses de 2022, verificou-se a viabilidade da tarifa branca para os meses de fevereiro, março, abril e maio. Foram utilizados os dias de leitura em cada uma dessas faturas para os cálculos.

Tabela 4 – Comparativo da modalidade branca e convencional.

	MODALIDADE	**FEVEREIRO**	**MARÇO**	**ABRIL**	**MAIO**
CONSUMO (R$)	CONVENCIONAL	6.659,28	6.666,02	6.158,21	6.861,22
	BRANCA	6.359,83	6.219,99	5.699,00	6.331,79
VALOR DA FATURA (R$)	CONVENCIONAL	11657,85	11881,60	10826,86	9857,07
	BRANCA	11.135,97	11.090,07	10.023,40	9.100,50
REDUÇÃO CONSUMO (%)		4,50%	6,69%	7,46%	7,72%
REDUÇÃO VALOR (%)		4,48%	6,66%	7,42%	7,68%
REDUÇÃO VALOR (R$)		521,88	791,52	803,46	756,58

Fonte: autoria própria

Analisando a Tabela 4, percebe-se a viabilidade da mudança de modalidade tarifária. Nos meses de abril e maio houve redução de consumo maiores que 7%, enquanto que o mês de março apresentou redução de 6,69%. O mês de fevereiro teve uma redução menor de 4,50%, provavelmente, devido à temperatura nessa época do ano, já que as máquinas de refrigeração ficam ligadas 24h, todos os dias da semana, e consomem mais energia para conseguir manter a temperatura interna, caso a temperatura externa esteja mais elevada. Isso é prejudicial para a utilização da modalidade tarifária branca, pois esses equipamentos ficam ligados nos horários de ponta, porém houve redução do consumo, mesmo que menor que nos outros meses. Além disso, houve também redução no valor da fatura em reais de até R$ 803,46, no mês de abril, com 7,42% de redução no valor da fatura. A mudança de modalidade tarifária se mostra capaz de reduzir bastante o custo com energia elétrica na padaria e além disso, é algo que não necessita investimentos maiores, visto que basta solicitar a mudança junto à concessionária de energia local.

4.6 Análise dos sistemas de cocção, refrigeração e iluminação

4.6.1 Cocção

A padaria conta com dois fornos principais, mostrados na Figura 20, sendo um de lastro, à esquerda, e o outro, turbo, à direita. O forno de lastro tem como característica manter o calor por mais tempo, visto que possui pedras refratárias que são aquecidas e reteem o calor. Já no forno turbo, há o aquecimento por "resistências" e um ventilador que promove a circulação do ar dentro do forno, a fim de mantê-lo por completo na temperatura programada. Por suas construções, o forno de lastro demora mais a se aquecer, assim como resfriar, enquanto que o forno turbo tem o comportamento oposto.

Figura 20 – Fornos (à esquerda o forno de lastro e à direita o forno turbo).

Fonte: autoria própria.

Ambos os fornos principais são trifásicos. O forno turbo da padaria tem espaço para oito assadeiras de 69x58 cm (com capacidade de 30 pães de sal em cada assadeira), consome 15 kW de potência e o forno de lastro conta com quatro camadas independentes, que cabem seis assadeiras de 64x38 cm ou quatro assadeiras de 69x58 cm por camada, e consome 27 kW de potência total. Há, também, um pequeno forno de lastro de 2 kW, bifásico, mostrado na Figura 21, utilizado somente aos domingos para fazer pães de queijo grandes.

Figura 21 – Forno de lastro pequeno.

Fonte: autoria própria.

Na Figura 22, é possível verificar os dados de placa do forno de lastro grande: sua tensão, potência, modelo e número, além do nome da empresa que fabrica esses tipos de fornos, a SUPERFECTA IND. COM. DE MÀQUINAS LTDA. Essa empresa ainda produz esse modelo SC4 - IV, porém mais atualizado (SUPERFECTA, 2022).

Figura 22 – Dados de placa do forno de lastro maior.

Fonte: autoria própria.

O forno de lastro da padaria possui quatro camadas independentes e cada uma delas é composta por duas resistências, uma superior e uma inferior. Ambas as resistências possuem controle em separado, como mostradro na Figura 23. Além disso, cada resitência também possui dois modos de operação, sendo um mais forte, em triângulo, e um mais fraco, em estrela. Em geral, é utilizado o modo estrela apenas em determinados bolos. Esse forno funciona das 2h00 às 13h00 em dias de semana e sábado. Às 2h00, as duas camadas de cima são ligadas e demora um pouco mais de uma hora para chegar à temperatura desejada. Por volta das 7h00 às 8h00, a terceira camada é ligada, já que há demanda de bolos para assar. A quarta camada praticamente nunca é ligada. A partir das 9h00, a depender da demanda, algumas camadas do forno podem ser desligadas. Nesse forno, são feitos quase todos os produtos da padaria, com exceção do pão de sal e alguns outros, já que esse forno perdeu a função de vapor devido a um defeito de operação, que ainda não foi consertado: A função de vapor é necessária para assar alguns pães com maior qualidade, como é o caso do pão de sal; mas, após um vazamento, essa função não ficou mais disponível e não houve um desejo por fazer sua manutenção. Com essa função, esse forno poderia assar todas as massas produzidas na padaria.

Figura 23 – Modos de operação do forno de lastro.

Fonte: autoria própria.

O forno turbo, apresentado na Figura 24, é mais utilizado para pães de sal, mas acaba sendo usado para outros tipos de pães, tal como o pão de forma, que é feito em ambos os fornos. Este forno não pode ser usado em alguns bolos, pois sua função de ventilação pode atrapalhar ao assar. Ele é ligado por volta das 4h15 e funciona até às 15h00, sendo

utilizado para assar cinco levas de 240 pães, ou seja, seu máximo, até às 9h00; depois disso, este forno é utilizado com apenas levas de 150 pães, devido à menor demanda por pão de sal após esse horário. Cada fornada de pão de sal leva em torno de 17 minutos. Além disso, este forno leva em torno de 15 minutos para atingir os 200 °C vazio, funcionando da seguinte maneira: quando programado a 200 °C, ele se aquece até 204 °C e desliga suas resistências: e, quando a temperatura chega a 196 °C, as resistências voltam a ser ativadas. Em um teste com o forno vazio, levou-se um tempo de dois minutos para essa queda ocorrer. É importante destacar que esse forno perde calor com mais facilidade, pois se assemelha a um forno elétrico residencial. Ao abrir a porta, há uma queda brusca de temperatura, chegando a 155 °C em 30 segundos, 130 °C em um minuto, 120 °C em um minuto e meio e 114 °C em dois minutos.

Figura 24 – Forno turbo.

Fonte: autoria própria.

Na Figura 25, a placa do forno turbo dispõe informações quanto à sua potência, corrente, data de fabricação, tensão, modelo EG200 220V, número de série 23774. Embora esse modelo não exista mais, há modelos parecidos, como o E200PRG (PRÁTICA, 2022).

Figura 25 – Dados de placa do forno turbo.

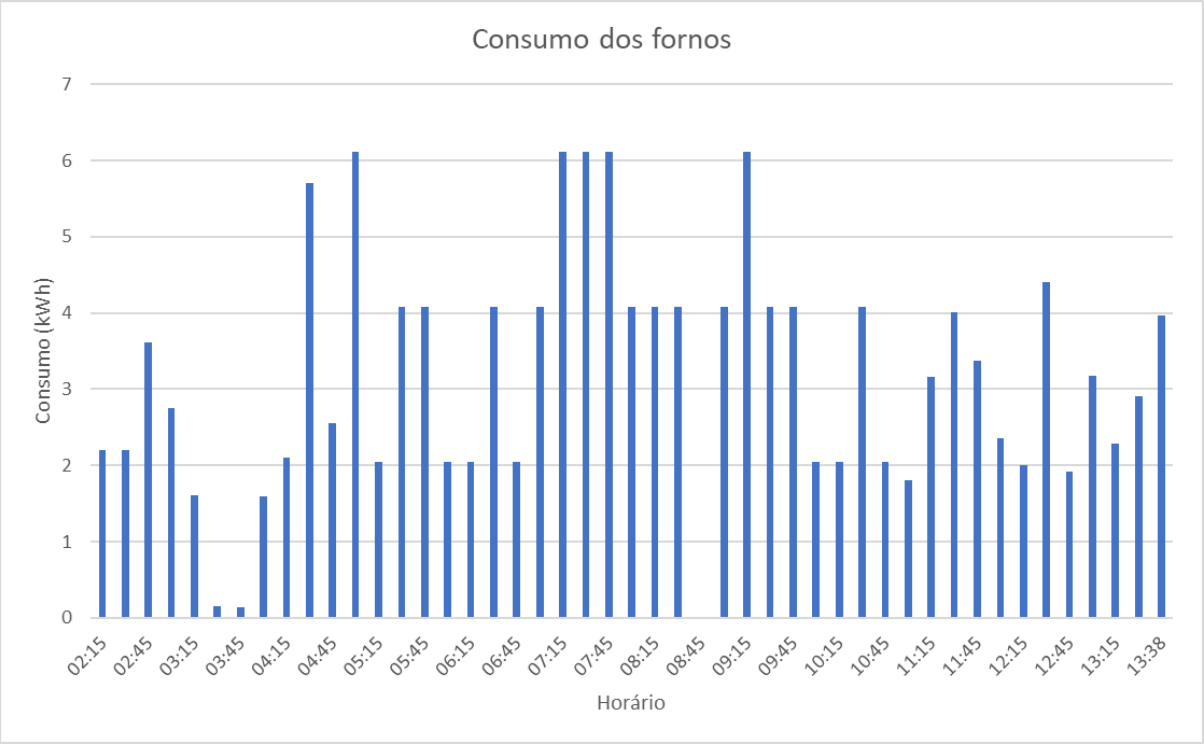
Fonte: autoria própria.

4.6.1.1 Consumo

Na Figura 26, é possível verificar como se dá o consumo de ambos os fornos ao longo do dia. Os dados foram obtidos em um dia de sábado e, embora no sábado sejam feitos os mesmos produtos que em dias de semana, o forno turbo acabou sendo desligado mais cedo, pois foram assados os pães de sal mais rápido que o normal. Até às 3h30, o forno de lastro aquece duas camadas e, após as 4h15, é ligado o forno turbo. Por volta das 4h45, ambos os fornos estão sendo utilizados. A partir das 7h00, a terceira camada do forno de lastro começa a aquecer. A partir das 8h00, inicia-se o assamento dos bolos e, a partir das 10h00, uma camada do forno de lastro é desligada e os picos no gráfico passam a ser referentes à utilização do forno turbo para produção de pães de sal; vale destacar que a partir dessa hora, são utilizadas menos assadeiras (de cinco a seis em vez de oito) de pão de sal para atender uma menor demanda.

O consumo total dos fornos para um dia chega a 145,63 kWh. Contudo, nos domingos o forno de lastro grande não é utilizado, e o forno turbo é menos utilizado, fazendo apenas 1200 pães de sal e duas levas de pães de queijo pequeno, diferentemente dos outros dias, onde ele é utilizado para diversos tipos de pão. Nos domingos, o forno de lastro pequeno fica ligado apenas das 3h00 às 5h00 e o forno turbo das 4h15 às 9h00. Como no domingo a produção é menor, o forno turbo consome 36,56 kWh, enquanto que o forno de lastro consome apenas 4kWh, totalizando 40,56 kWh. Sendo assim, o consumo em 30 dias, considerando quatro domingos, seria de 3948,62 kWh, ou seja, a utilização dos fornos correspondeu a 25,46% do consumo mensal de maio de 2022 da padaria.

Figura 26 – Consumo dos fornos para dia de semana e sábado.



Fonte: autoria própria.

Cada forneada de pão de sal do forno turbo leva cerca de 17 min e, como ele é de 15 kW, então, sua energia consumida é a calculada na Equação (4.1):

$$\text{Consumo} = 15kW \cdot \frac{17}{60} = 4,25kWh \tag{4.1}$$

Como indicado na Equaçaõ (6.1), o forno turbo tem um consumo de energia elevado e deveria ser usado para assar apenas em grandes quantidades, como é o caso do pão de sal. Contudo, ele também é usado para assar pequenas quantidades de outros pães, como pão de forma e chipa. Assim, oberva-se que é mais interessante priorizar o forno de lastro nesses casos.

4.6.1.2 Pontos de Melhoria

Quanto à utilização, o forno de lastro é ligado em torno das 2h00, com duas camadas. Às 7h00, a terceira camada é ligada. A quarta camada, geralmente, não é utilizada. É interessante destacar que a primeira camada deste forno demora 72 minutos para chegar aos 200ºC, enquanto que a segunda camada demora 20 minutos a mais para chegar à mesma temperatura. Não é possível saber ao certo porque isso ocorre, pode ser o estado das "resistências" ou mesmo da isolação térmica; contudo, verificou-se que as duas camadas abaixo da segunda permaneciam abertas já que não estavam sendo ainda utilizadas, e

pode ser que isso atrapalhe no aquecimento da segunda camada, já que mesmo não sendo utilizadas, a terceira camada chegou a mais de 80ºC e a quarta a mais de 40ºC, ainda que abertas e desligadas. Então, é interessante que permaneçam com as camadas fechadas, mesmo que não utilizadas, pois pode ser que isso gere perda de calor do forno em camadas vizinhas.

O forno turbo é ligado em torno de 4h15. Ele leva cerca de 15 minutos para chegar na temperatura de 200 ºC, ideal para assar os pães de sal. Os pães de sal levam em torno de 17 minutos para serem assados. Logo, quando chega à temperatura ideal, são assadas cinco levas de pães de sal seguidas, cada uma tendo oito assadeiras com 30 pães cada, totalizando 1200 pães, que atendem ao horário de maior circulação pela manhã. Porém, após as 9h00, o forno passa grande tempo ocioso ou com baixa utilização (foi verificado sua utilização, em outros tipos de pão, com apenas duas assadeiras, sendo que suporta oito). Diferente do forno de lastro, o forno turbo não é dividido em várias camadas, ou seja, sua utilização para pouca produção por fornada gera um prejuízo de energia. Foi também verificado que ambos os fornos são usados para o pão de forma, já que, como não havia espaço suficiente no forno de lastro, utilizou-se o forno turbo com apenas uma assadeira para o restante dos pães de forma. Na situação descrita, não havia demanda suficiente para tanto pão de forma e aquela camada do forno de lastro acabou por ficar ociosa depois dessa fornada, ou seja, o próprio forno de lastro poderia ter sido usado para assar todos os pães de forma, demonstrando um uso que é prejudicial para o aproveitamento energético. Dessa forma, é interessante que se use o forno turbo quando realmente necessário e para assar maiores quantidades.

Não há necessidade de ligar o forno de lastro tão cedo, já que o mais demorado, na parte da manhã, é fazer os pães de quejo grandes, que demoram em torno de uma hora para ficarem prontos. Eles poderiam ser ligados meia hora depois, visto que, logo após às 5h00, as duas camadas já não são utilizadas em plenitude, ficando a segunda camada vazia por certo tempo. A não utilização dos fornos em sua plenitude foi um problema visto ao acompanhar o processo.

Além disso, verificou-se, também, que não há o cuidado de manter o forno de lastro fechado, como é possível ver na Figura 27. Em diversos momentos, ele é aberto e não volta a ser fechado logo em seguida, ou é esquecido de ser fechado. Isso é uma ação prejudicial do ponto de vista energético, visto que o material da porta é feito para evitar a perda de calor de dentro do forno e sua abertura impede isso, sendo necessária mais energia para reaquecê-lo. Outro ponto a se destacar é a limpeza do vidro da porta do forno turbo. Por estar sujo, como observado na Figura 28, os padeiros têm de abrir o forno para verificar o ponto do pão todas as vezes, o que também é prejudicial, pois esse forno perde temperatura

rapidamente e é necessário se reaquecer. Se o vidro estivesse limpo, seria possível verificar o ponto do pão sem precisar abrir o forno.

Figura 27 – Forno de lastro com a primeira camada aberta.

Fonte: autoria própria.

Figura 28 – Forno turbo com vidro da porta manchada.

Fonte: autoria própria.

Verificando tudo isso, seria mais interessante utilizar apenas o forno de lastro, visto que ele poderia atender as necessidades de toda a padaria. Há vários anos, apenas era utilizado o forno de lastro, contudo, para assar o pão de sal, é necessário de vapor e, como mencionado anteriormente, o forno de lastro não conta mais com essa funcionalidade. Seria interessante

verificar a possibilidade da manutenção do forno de lastro, e utilizar o forno turbo na parte inicial da manhã e depois desligá-lo. Não parece interessante utilizar ambos os fornos o tempo todo, já que ficam ligados em torno de 12h diárias e, portanto, são um gasto excessivo de energia. Ademais, vale destacar uma otimização na utilização do forno de lastro no domingo, já que, como há menor demanda, não são feitos bolos e, portanto, não se liga o forno de lastro de maior porte. Porém a padaria detem um forno pequeno de lastro de 2 kW de potência, apenas para fazer pão de queijo grandes aos domingos.

4.6.2 Refrigeração

A padaria conta com diversos refrigeradores na área comercial, sendo cinco destinados aos clientes e três na área de lanchonete, utilizados para reservar produtos para produção lanches e para reservar algumas bebidas, entre outros produtos. Há, também, dois congeladores de sorvete na área comercial. Para produção e estoque, são utilizados três câmaras frias, uma câmara climatica de pães e quatro congeladores.

Os refrigeradores da área comercial tem termômetros que indicam a temperatura, com exceção de um. As câmaras frias também apresentam termômetro. Já os congeladores, em geral, não apresentam termômetro. É interessante que esses equipamentos de refrigeração tenham termômetros para que se possa conferir suas temperaturas e verificar se estão apresentando algum defeito antes que estrague os alimentos e bebidas presentes.

Foi verificado que há um congelador sendo utilizado apenas para congelar água, que é usada na produção de massa, como mostrado na Figura 29. Contudo, a padaria conta com duas câmaras frias que trabalham a -5 ºC, que têm espaço o suficiente para esse propósito, portanto, não há necessidade de utilizar tal congelador. Foi medido o consumo de tal congelador em um período de 24 horas utilizando-se do equipamento da Figura 30 e constatou-se que seu consumo é de 5,66 kWh, nesse tempo. Sendo assim, a eliminação do congelador poderia economizar, em um mês, 158,48 kWh. Vale destacar que tal congelador teve de ser modificado após parar de funcionar e, por isso, apresenta gelo em suas laterais.

Foi verificado, também, que existe a possibilidade de desligar o refrigerador de lanches naturais quando fora do horário de funcionamento e remanejar seus produtos para um refrigerador ao lado, ou mesmo para uma das câmaras frias. A Câmara fria 1 já é utilizada para manter os sanduíches antes de serem expostos no refrigerador e tem espaço sem utilização. Esse refrigerador apresentou, em um período de 24 horas, um consumo de 5,34 kWh. Sendo assim, seu desligamento nos dias da semana de 19h00 às 5h00 e domingo de 13h00 às 5h00 poderia economizar 50,22 kWh por mês. De forma análoga ao exposto anteriormente, poderia ser feito para o refrigeradores de frios e de bolos. A Tabela 5

demonstra a forma de aquisição dos dados e a Tabela 6 a redução de consumo mensal que essas medidas poderiam proporcionar, chegando a um total de 571,30 kWh.

Figura 29 – Congelador utilizado para gelar água.

Fonte: autoria própria.

Figura 30 – Medidor utilizado no refrigerador de frios após 29,5 horas.

Fonte: autoria própria.

Tabela 5 – Tempo de análise e consumo para alguns dos refrigeradores.

	Tempo de análise (horas)	**Consumo no período (kWh)**
Congelador	24	5,66
Refrigerador lanches	27	5,34
Refrigerador bolos	20	11,00
Refrigerador frios	29,5	18,00

Fonte: autoria própria.

Tabela 6 – Consumo médio e redução do consumo mensal para alguns dos refrigeradores.

	Consumo médio por hora (kWh)	**Redução do consumo (kWh)**
Congelador	0,24	158,48
Refrigerador lanches	0,20	60,12
Refrigerador bolos	0,55	167,20
Refrigerador frios	0,61	185,49
Total		571,30

Fonte: autoria própria.

4.6.2.1 Pontos de melhoria

Ao acompanhar o dia a dia na padaria, verificou-se que dois congeladores e um refrigerador estão sob efeito da luz solar, como pode ser conferido na Figura 31, sendo necessário que se feche o vidro com insulfime, da mesma forma que foi feito do outro lado, conforme observado na Figura 32. A incidência de luz solar atrapalha no resfriamento desses equipamentos e os faz trabalhar sob maior pressão, consumindo mais energia.

Figura 31 – Equipamentos sob luz solar. Em vermelho, o vidro que não impede a passagem da luz.

Fonte: autoria própria.

Figura 32 – Vidro com insulfilme branco e opaco, que protege o ambiente de raios solares. Em vermelho, o insulfilme

Fonte: autoria própria.

Além disso, dois refrigeradores apresentam-se com muitos produtos, conforme a Figura 33, prejudicando o processo de convecção utilizado para resfriar os alimentos. Dessa forma,

os alimentos podem demorar mais ou resfriar em temperaturas diferentes um do outro e forçar o equipamento para chegar na temperatura programada.

Figura 33 – Refrigeradores com demasiados produtos.

Fonte: autoria própria.

Outro ponto verificado é quanto à forma de utilização e estado de um dos congeladores. Tal congelador foi modificado e apresenta muito gelo nas bordas, como pode ser visto na Figura 29. Ele é utilizado para gelar parte da água que é usada na mistura de massas. A produção já tem um equipamento para tal finalidade, um bebedouro industrial suspenso de 300 L (Figura 34), da marca Fricalor, que resfria a água para temperaturas baixas, mas a quantidade de água resfriada por tal equipamento não atende à necessidade da produção, sendo necessário utilizar um congelador. O ideal seria adquirir um equipamento que atendesse a necessidade total da produção do que utilizar dois equipamentos para a mesma função. A Fricalor não tem disponível bebedouros suspensos como esse mais, mas há outras empresas, como a Cânova Bebedouros, que fabricam bebedouros suspensos, embora o bebedouro de maior volume, modelo 180 LS e de 308 W, tenha apenas 200 L (Cânovas, 2022). Sendo assim, seria necessário verificar a possibilidade de fabricão individual de um bebedouro, de maior volume, que pudesse atender à padaria. Entretanto uma das câmaras frias do estoque (Câmara fria 2 ou Câmara fria 3) teria espaço disponível para resfriar essa água, ou seja, esse congelador não tem necessidade de ser usado.

Todos os congeladores e refrigeradores utilizam lâmpadas de LED e/ou fluorescente, portanto, estão adequados para o melhor aproveitamento energético. Contudo duas câmaras frias no estoque (Câmara fria 2 e Câmara fria 3) utilizam lâmpadas incandecentes (Figura 35) e embora elas não fiquem ligadas por longos períodos, é interessante que sejam trocadas por lâmpadas de maior eficiência, que desperdicem menos energia em forma de calor

(assunto é tratado melhor na subseção 4.6.3).

Figura 34 – Bebedouro suspenso Fricalor

Fonte: autoria própria.

É perceptível, ainda, em vários equipamentos, a falta de manutenção, desde gelo demasiado em congelador até o isolamento térmico das portas em mal estado (Figuras 35, 36 e 37).

Figura 35 – Isolação da porta de uma das câmaras necessitando de reparo e lâmpada incandescente interna (à esquerda a Câmara fria 2 e à direita a Câmara fria 3).

Fonte: autoria própria.

Figura 36 – Isolação da porta de uma das câmaras frias em mal estado (Câmara fria 1).

Fonte: autoria própria.

Figura 37 – Congelador com demasiado gelo nas bordas.

Fonte: autoria própria.

4.6.3 Iluminação

Foi feito um levantamento de todas as lâmpadas presentes em cada ambiente, assim como sua potência e tipo, estimando-se o tempo de funcionamento de cada uma delas através de análise, por acompanhamento diário e auxílio dos funcionários da empresa. A Tabela 7 apresenta esses dados de funcionamento. As lâmpadas, tanto da área comercial, quanto da área de produção, foram trocadas por lâmpadas de LED em 2020, e foi perceptível a mudança no consumo da padaria, que caiu quase 12% do ano de 2019, como pode ser conferido na Figura 15.

Tabela 7 – Levantamento da iluminação da padaria

Ambiente	Quantidade	Potência (W)	Tipo	Tempo médio diário (horas)	Consumo mensal (kWh)
Área comercial	12	40	LED tubular	13,14	189,26
	1	18	LED tubular	13,14	7,10
Escritório 1	2	18	LED tubular	7,29	7,87
Escritório 2	1	110	FLuorescente tubular	2,10	6,93
Estoque inferior	2	20	LED tubular	13,14	15,77
	3	8	LED bulbo	1,40	1,01
Estoque superior	2	70	Incandescente bulbo	3,70	15,54
	1	70	Incandescente bulbo	0,10	0,21
Sala de descanso	1	8	LED bulbo	1,00	0,24
Banheiro masculino	2	70	Incandescente bulbo	1,00	4,20
Vestiário masculino	1	25	Fluorescente bulbo	0,50	0,38
Banheiro feminino	1	70	Incandescente bulbo	2,50	5,25
	1	8	LED bulbo	2,50	0,60
Vestiário feminino	1	25	Fluorescente bulbo	1,00	0,75
Câmara fria 1	1	70	Incandescente bulbo	0,80	1,68
	1	4,9	LED bulbo	0,80	0,12
Câmara fria 2	1	70	Incandescente bulbo	0,80	1,68
	1	70	Incandescente bulbo	0,80	1,68
Câmara fria 3	1	150	Incandescente bulbo	0,20	0,90
	1	70	Incandescente bulbo	0,20	0,42
Câmara de massas	1	70	Incandescente bulbo	1,50	3,15
Corredor escritório	1	18	LED tubular	1,50	0,81
Refrigeradores	1	5	LED tubular	13,14	1,97
	1	9	LED tubular	13,14	3,55
	3	18	LED tubular	13,14	21,29
	4	40	Fluorescente tubular	16,14	77,49
Área da produção	6	18	LED tubular	16,14	52,30
	4	18	LED tubular	11,00	23,76
	6	18	LED tubular	13,14	42,58
	2	10	LED tubular	3,60	2,16
Total					490,64

Fonte: autoria própria.

A fim de contextualização, as Figuras 38 à 45 mostram alguns dos locais denominados na separação das lâmpadas por ambiente da Tabela 7.

Figura 38 – Parte da área comercial.

Fonte: autoria própria.

Figura 39 – Parte da área de produção.

Fonte: autoria própria.

Figura 40 – Câmara fria 1.

Fonte: autoria própria.

Figura 41 – Câmara fria 2.

Fonte: autoria própria.

Figura 42 – Câmara fria 3.

Fonte: autoria própria.

Figura 43 – Câmara de massas.

Fonte: autoria própria.

Figura 44 – Escritório 1.

Fonte: autoria própria.

Figura 45 – Corredor em frente ao Escritório 1 (Corredor Escritório).

Fonte: autoria própria.

Na padaria, já foram feitas mudanças que contribuíram para uma melhor eficiência

energética em relação a iluminação. Tais mudanças foram efetivas, pois foram em áreas com maior tempo de utilização de iluminação. Como essas lâmpadas ficam ligadas por um grande período de tempo, enquanto a padaria está aberta, é interessante utilizar equipamentos mais eficientes como lâmpadas de LED e que se possibilite a troca fácil em função de defeitos; e, como isso já foi implementado, possíveis mudanças podem não ter tanto efeito assim. As lâmpadas de LED, atualmente, utilizadas na padaria são:

- Marca Blumenau, modelo LED T8, 18 W, 6500 K e tubular (BLUMENAU, 2022b);
- Marca Blumenau, modelo LED T8 HO, 40 W, 6500K e tubular (BLUMENAU, 2022c);
- Marca intral, modelo BL - 108, 9 W, 6500 K e tubular (INTRAL, 2022);
- Marca Taschibra, modelo UNIQUE LED 5, 5 W, 6500K e tubular (TASCHIBRA, 2022);
- Modelo 20245, 18 W, 6500 K e tubular (DIMENSIONAL, 2022);
- Marca Blumenau, modelo LED A60 E27, 15 W, 6500 K e de bulbo (BLUMENAU, 2022a);
- Modelo LAMP LED A55, 8 W, 6500 K e de bulbo (RAYOVAC, 2022a);
- Marca Rayovac, modelo LED560lmB-BRA, 4,9 W, 6500 K e de bulbo (RAYOVAC, 2022b).

Na área comercial, há em torno de 13 lâmpadas tubulares de LED, sendo 12 de 40W e uma de 18W. Além das lâmpadas nos refrigeradores e congeladores, que também são de LEDs e/ou fluorescentes. Já, na área de produção, utilizam-se 18 lâmpadas de LED, sendo 16 de 18W e duas de 10 W. As câmaras frias utilizam uma lâmpada por fora de sinalização como explicado a seguir: Caso se esqueça a lâmpada de dentro de uma das câmaras ligada, é utilizado uma lâmpada por fora para alertar aos funcionários sobre esse fato. Em duas das câmaras é utilizada uma lâmpada incandescente para tal funcionalidade, contudo, uma lâmpada simples com baixa potência poderia ser utilizada. Ademais, tanto a Câmara fria 3, como o Escritório 2 estão sobredimensionados, já que ambos ambientes são menores que 7 m^2. Ou seja, o Escritório 2 poderia ser ilumiado conforme o Escritório 1, com duas lâmpadas de LED tubular de 18W, enquanto que a Câmara fria 3, ilustrada na Figura 34, com uma lâmpada incandescente de 150W, sendo que a câmara ao lado dessa utiliza uma lâmpada incandescente de 70W. Além disso, foi visto que a iluminação sobre o forno turbo está aquém dos valores desejados, então seria interessante adicionar duas lâmpadas de 18W, igual às demais luminárias da área da produção. Ademais, é interessante também

adicionar sensor de presença, tanto no estoque inferior (2 lâmpadas de 20W), quanto no superior (2 lâmpadas de 70W), que diminuiriam o tempo de funcionamento dessas lâmpadas pela metade.

Levando em conta essas considerações, utilizou-se da Tabela 8, que apresenta uma equivalência entre lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED, para realizar uma projeção de como seria um cenário em que todas as lâmpadas fossem substitúidas por lâmpadas de LED. As lâmpadas de LED utilizadas nessa projeção de substituição foram as mesmas que, incusive, já são utilizadas na padaria.

Tabela 8 – Equivalência das lâmpadas.

Incandescente	**Potência da Lâmpada Fluorescente (W)**	**Potência da Lâmpada LED (W)**
40W	Compacta 10W	7W
60W	Compacta 15W	9W
75W	Compacta 20W	12W
100W	Compacta 25W	15W
–	Tubular 20W	Tubular 9W
150W	Tubular 50W	Tubular 18W

Fonte: autoria própria.

A Tabela 7 apresenta o panorama atual da iluminação na padaria e a Tabela 9 apresenta como seria o cenário após essa mudança de lâmpadas. Percebe-se uma redução de consumo mensal de 490,64 kWh para 422,07 kWh, reduzindo em até 13,98% o consumo mensal com iluminação.

A estimativa do tempo de funcionamento de cada lâmpada, nas Tabelas 7 e 9, foi mais simples para as da área comercial, área de produção, escritório e dos refrigeradores, já que, em geral, possuem seu uso em tempos determinados. Contudo, em ambientes como banheiros, vestiários, estoque e outros foi necessário avaliar o tempo junto a funcionários para saber em média o quanto são utilizados ao longo do dia e, por conta disso, a estimativa para essas áreas pode não ser tão precisa quanto das primeiras.

Para as mudanças propostas na Tabela 9, seria necessário adiquirir 8 lâmpadas de LED tubular de 18W, 8 lâmpadas de LED bulbo de 12W, 2 lâmpadas de LED bulbo de 15W, 2 lâmpadas de LED bulbo de 4,9W. Além de 2 sensores de presença. A lâmpada de 18W foi orçada em R$ 18,40 (FIOFORTE, 2022). A lâmpada de 12W foi orçada em R$ 9,99 (BENLUZ, 2022a). A lâmpada de 15W foi orçada em R$ 13,90 (BENLUZ, 2022b). A lâmpada de R$ 4,9W foi orçada em R$ 5,99 (BENLUZ, 2022c). E o sensor de presença foi orçado em R$ 26,90 (AMAZON, 2022). Dessa forma, o investimento inicial necessário seria de R$ 320,70.

Tabela 9 – Iluminação após mudanças propostas.

Ambiente	Quantidade	Potência (W)	Tipo	Tempo médio diário (horas)	Consumo mensal (kWh)
Área comercial	12	40	Led tubular	13,14	189,26
	1	18	Led tubular	13,14	7,10
Escritório 1	2	18	Led tubular	7,29	7,87
Escritório 2	2	18	Led tubular	2,10	2,27
Estoque inferior	2	20	Led tubular	6,57	7,89
	3	8	Led bulbo	1,40	1,01
Estoque superior	2	12	Led bulbo	1,85	1,33
	1	12	Led bulbo	0,10	0,04
Sala de descanso	1	8	Led bulbo	1,00	0,24
Banheiro masculino	2	12	Led bulbo	1,00	0,72
Vestiário masculino	1	15	Led bulbo	0,50	0,23
Banheiro feminino	1	12	Led bulbo	2,50	0,90
	1	8	Led bulbo	2,50	0,60
Vestiário feminino	1	15	Led bulbo	1,00	0,45
Câmara fria 1	1	12	Led bulbo	0,80	0,29
	1	4,9	Led bulbo	0,80	0,12
Câmara fria 2	1	12	Led bulbo	0,80	0,29
	1	4,9	Led bulbo	0,80	0,12
Câmara fria 3	1	12	Led bulbo	0,20	0,07
	1	4,9	Led bulbo	0,20	0,03
Câmara de massas	1	12	Led bulbo	1,50	0,54
Corredor escritório	1	18	Led tubular	1,50	0,81
Refrigeradores	1	5	Led tubular	13,14	1,97
	1	9	Led tubular	13,14	3,55
	3	18	Led tubular	13,14	21,29
	4	18	Led tubular	16,14	34,87
Área da produção	8	18	Led tubular	16,14	69,74
	4	18	Led tubular	11,00	23,76
	6	18	Led tubular	13,14	42,58
	2	10	Led tubular	3,60	2,16
Total					422,07

Fonte: autoria própria.

4.6.3.1 Pontos de melhoria

É interessante destacar que as luminárias na parte da produção são de acrílico e, portanto, podem atrapalhar a difusão da luz, além de não receberem a devida limpeza, como pode ser visto na Figura 46.

Figura 46 – Luminária de acrílico.

Fonte: autoria própria.

Embora não seja uma reclamação dos funcionários, o forno turbo é pouco iluminado, chegando a menos de 100 lux a um metro do chão e a 10 cm da porta. O forno turbo não tem uma iluminação destinada a ele e, portanto, fica abaixo do ideal de 300 lux na região de fornada (Tabela 1), sendo necessário a instalação de uma lâmpada para atender a essa necessidade. Além disso, uma das bancadas utilizadas para fazer o acabamento e decoração das massas também não atende os 500 lux (Tabela 1), chegando em 250 lux em algumas partes da bancada. Então, é necessário retirar a parte de acrílico das luminárias utilizadas e fazer nova verificação. Caso ainda não atenda as necessidades, pode ser necessário a utilização de lâmpadas de maior luminância para atender ao ideal, como, por exemplo, as lâmpadas LED de 40 W da Blumeanu. Embora essa seja a recomendação, verificou-se que os funcionários não se sentem em um ambiente mal iluminado.

Há, ainda, nas câmaras frias que utilizam lâmpadas incandecentes (Figura 35), o uso dessas lâmpadas dentro de máquinas de refrigeração não é recomendado, visto que elas

perdem demasiado calor para o ambiente em volta. Sendo assim, é necessário a troca para tipos de lâmpadas mais eficientes. Pela baixa eficiência das lâmpadas incandescentes, a troca é indicada não só dentro das câmaras, como em outros ambientes também, tais como no estoque superior e na câmara climática de pães. As lâmpadas de LED, mencionadas, anteriormente, são uma opção.

Além disso, outro ponto a se destacar é que a padaria faz pouco uso do sensor de presença para acionamento de lâmpadas, sendo utilizado somente em uma lâmpada, em um dos corredores. Porém, há, no estoque inferior, uma lâmpada que poderia fazer o uso deste tipo de sensor, mas que fica ligada durante todo o funcionamento da padaria. Ao questionar o proprietário a respeito, foi respondido que é apenas um lâmpada e o gasto é pouco. Embora isso seja verdade, ao comparar com o consumo total da padaria, esse tipo de pensamento é prejudicial. Deve-se utilizar a energia da maneira mais inteligente. Dito isso, tanto no corredor do estoque inferiror, quanto do superior poderiam ser utilizados sensores de presença.

Outra exemplificação do mal uso da energia para iluminação é a da Figura 47. Às 3h00, mesmo com a padaria fechada, há lâmpadas ligadas de forma indevida, já que os refrigeradores em questão têm interruptores para suas lâmpadas e podem ser desligados de forma independente. Tais refrigeradores são desligados, ao fechar a padaria, e ligados novamente, às 2h00, quando o primeiro padeiro chega.

Figura 47 – Luzes ligadas mesmo sem utilidade.

Fonte: autoria própria.

Ainda, foi relatato por um dos funcionários responsável pela troca das lâmpadas em 2020, que elas já estão com um menor fluxo luminoso. Na Figura 48 é possível ver o motivo

disso, com diversas lâmpadas com partes em mal funcionamento, que necessitam de troca.

Figura 48 – Lâmpada com defeito.

Fonte: autoria própria.

4.7 Análise financeira

Com as mudanças propostas para a iluminação e a mudança da modalidade tarifária, é possivel verificar financeiramente como tais mudanças afetariam os custos. A mudança de modalidade tarifária não exige nenhum investimento, porém a substituição de lâmpadas sim. Dessa forma, a fim de comparação, foi feito um cenário caso essas mudanças tivessem sido implementadas em fevereiro de 2022. Foi possível fazer essa análise até o mês de maio de 2022, pois são os meses em que se conseguiu calcular a viabilidade da tarifa branca. Sabe-se que o investimento inicial necessário é de R$320,70, que a substituição de lâmpadas diminuiria o consumo mensal em 68,57 kWh e que as mudanças na refrigeração diminuiria o consumo mensal em 571,30 kWh. Utilizando as Equações 2.1 a 2.8 é possível calcular esses consumos em reais (desconsiderando o valor do CIP). A Tabela 10 apresenta esses valores em reais, assim como a Figura 49 também apresenta tais valores, mas em forma de gráfico de barras. O gráfico da Figura 49 já deixa claro que o investimento inicial para a substituição de lâmpadas já se pagaria no primeiro mês, visto que a redução de custo devido à mudança para modalidade tarifária branca já iria suprir esse valor. E mesmo desconsiderando a tarifa branca e a refrigeração, a diminuição do custo com o consumo de iluminação, somente nesses quatro meses, já daria R$280,32, quase cobrindo o investimento inicial. Pela Tabela 10, percebe-se, ainda, que para os meses seguintes ao investimento inicial, seria possível reduzir mais de R$1400,00 ao mês com essas mudanças. Além disso,

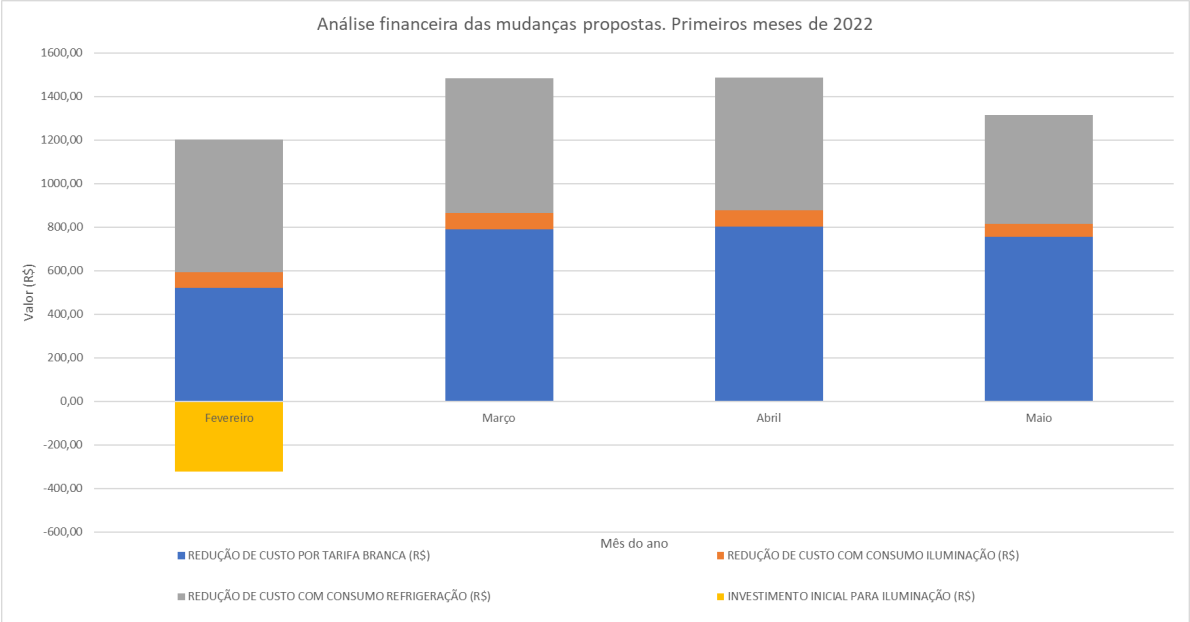
percebe-se, pela Figura 49, que a redução devido à tarifa branca e a redução do custo com refrigeração dominam em relação à redução total.

Tabela 10 – Análise financeira das propostas. Redução de custos e investimento inicial.

	Fevereiro	**Março**	**Abril**	**Maio**
REDUÇÃO DE CUSTO POR TARIFA BRANCA (R$)	521,88	791,52	803,46	756,58
REDUÇÃO DE CUSTO COM CONSUMO ILUMINAÇÃO (R$)	72,96	74,29	73,25	59,82
REDUÇÃO DE CUSTO COM CONSUMO REFRIGERAÇÃO (R$)	607,86	618,95	610,25	498,43
INVESTIMENTO INICIAL PARA ILUMINAÇÃO (R$)	-320,70	0,00	0,00	0,00
REDUÇÃO TOTAL DE CUSTO (R$)	882,00	1484,76	1486,96	1314,83

Fonte: Autoria própria.

Figura 49 – Análise financeira das propostas.



Fonte: autoria própria.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O consumo de energia uma padaria está muito atrelado a processo produtivo e utilização dos fornos, já que consomem demasiada energia. Sendo assim, o consumo se destaca enquanto se utilizam os fornos, o que levou à possibilidade e viabilidade da mudança de modalidade tarifária para branca, chegando a uma redução de consumo de até 7,72% no mês de maio. Conferiu-se que essa mudança tarifária seria viável para essa padaria em específico, mas é possível que seja para outras também.

O uso dos fornos é a melhor forma de melhorar o uso da energia. Sendo importante que os padeiros sejam treinados para um uso mais correto e eficiente dele. Além disso, é importante fazer um cronograma claro de produção, para que o forno de lastro não fique ocioso. Assim como garantir pequenos detalhes, como a limpeza do vidro do forno turbo, para que seja possível verificar a qualidade do pão sem abrí-lo.

A refrigeração é a área de maior gasto em padarias, em geral, e, por contar com diversos equipamentos, eles necessitam a devida atenção e manutenção para garantir seu melhor funcionamento e diminuir seu consumo, tais como: a não utilização de lâmpadas incandescentes dentro desses equipamentos; a não exposição a luz solar; diminuição do volume de produtos dentro do refrigerador; a retirada do gelo das bordas dos congeladores e a manutenção da isolação térmica. Além disso, é necessário fazer um melhor uso dos equipamentos que se tem. Por exemplo, a utilização das câmaras frias para estoque de produtos dos refrigeradores durante períodos de não funcionamento poderia gerar uma redução de 571,30 kWh, representando uma redução de 3,68%, em relação ao total do mês de maio.

Quanto a iluminação, é interessante utilizar lâmpadas de maior eficiência e longevidade, assim como sensores de presença em corredores para evitar o uso contínuo de energia em lugares desnecessários. Também é interessante evitar o uso indiscriminado e inútil de iluminação, mesmo que esta possa corresponder a um pouco consumo no geral. É, ainda, válido avaliar a iluminação das áreas de forneamento, finalização, decoração para verificar se estão condizentes com o recomendado. No caso em questão, verificou-se que, tanto na bancada de decoração quanto para o forno turbo, a iluminância estava aquém do recomendado. Além disso, embora a padaria tenha substituído a maioria da lâmpadas de maior utilização por mais eficientes em 2020, ainda é possível diminuir o consumo mensal com iluminação em até 13,98 % fazendo outras substituições.

Pela analise financeira, fica claro que as medidas propostas tem poder para diminuir em mais de R$1400,00 da fatura de energia, mensalmente.

O intuito desse trabalho é não só verificar pontos de melhor uso da energia em uma padaria em específico, mas também servir de base para que outros estabelecimentos como esse possam fazer esse tipo de análise.

Visto isso, é possível destacar alguns pontos para se ter o melhor aproveitamento da energia elétrica no estabelecimento. Dentre esses pontos, têm-se:

- A mudança da modalidade tarifária para branca;
- Indicação e treinamento para os padeiros utilizarem melhor os fornos, evitando deixá-los abertos sem necessidade;
- Realizar um cronograma de utilização dos fornos, a fim de se evitar tempo ocioso;
- A limpeza do forno turbo para evitar abrí-lo apenas para verificar o ponto do pão;
- Verificar possível manutenção no forno de lastro para que volte a poder ser utilizado para assar pães de sal;
- Fechar com insufilme um dos vidros próximos à entrada, da mesma forma feita do lado contrário, para impedir incidência de luz solar sobre os congeladores e refrigeradores do local;
- Trocar as lâmpadas dentro das câmaras frias por lâmpadas de LED;
- Dar manutenção nos congeladores para evitar uma grande quantidade de formação de gelo em seu interior;
- Evitar ocupação alta de produtos em refrigeradores, pois podem atrapalhar a convecção, exigindo mais do motor;
- A limpeza do forno turbo para evitar abrí-lo apenas para verificar o ponto do pão;
- Verificar a real necessidade da utilização de alguns dos congeladores para estoque, duas das câmaras frias são programadas a -5º e podem suprir a necessidade, a depender do produto e do uso, visto que elas tem espaço de sobra;
- Utilizar lâmpadas de melhor eficiência; evitar gasto inútil com iluminação em lugares desocupados;
- Evitar gasto inútil com iluminação em lugares desocupados;
- Utilizar sensores de presença em corredores;
- Adicionar uma lâmpada próxima ao forno turbo, que estava com nível de fluxo luminoso muito abaixo do ideal.

- Retirar o protetor de acrílico das luminárias da área de produção para aumentar o fluxo luminoso;

Quantos aos trabalhos futuros, é interessante se analisar com mais afinco o consumo dos equipamentos de refrigeração, principalmente das três câmaras frias. Ainda, é valido, também, analisar o consumo do maquinário da produção, como cilindros, masseiras, por exemplo, além de outros equipamentos de alto consumo, como a chapa. Além disso, é nítido destacar que, embora seja possível diminuir os custos da energia da padaria, ele ainda continua elevado, dessa forma, é interessante analisar a viabilidade da utilização de energia solar na propriedade do proprietário, a fim de diminuir os custos com energia.

REFERÊNCIAS

ABIP. Consumo Energético na Panificação, Bsicoitos e Confeitaria. [S.l.]: SEBRAE, 2008. Citado 3 vezes nas páginas 12, 21 e 22.

ABIP. Indicadores da Panificação e Confeitaria Brasileira. [S.l.]: SEBRAE, 2020. Citado na página 14.

ABNT. NBR ISO/CIE 8995-1. Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

ABNT. NBR ISO 50002. Diagnósticos energéticos — Requisitos com orientação para uso. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014. Citado 3 vezes nas páginas 13, 20 e 21.

ABNT. Sistemas de gestão de energia — Requisitos para organismos de auditoria e certificação de sistemas de gestão de energia. [S.l.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016. Citado na página 21.

AMAZON. intelbras Interruptor Sensor de Presença para Iluminação ESPI 360 A Branco. 2022. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Interruptor-Ilumina%C3%A7%C3%A3o-Intelbras-ESPI-360/dp/B095SX55VD/ref=asc_df_B095SX55VD/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379792680926&hvpos=&hvnetw=g&hvrand=6268204713456214431&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1001548&hvtargid=pla-1414766838214&psc=1>. Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 65.

ANEEL. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.589, DE 6 DE AGOSTO DE 2019 Homologa o resultado da quinta Revisão Tarifária Periódica – RTP – da EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S.A., as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, e dá outras providências. [S.l.]: ANEEL, 2019. Citado na página 29.

ANEEL. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010 Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. [S.l.]: ANEEL, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 29.

ANEEL. RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.918, DE 3 DE AGOSTO DE 2021 Homologa o resultado do Reajuste Tarifário Anual de 2021, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD referentes à Espírito Santo Centrais ElétricasS/A. - EDP ES, e dá outras providências. 2018. [S.l.]: ANEEL, 2021. Citado na página 35.

Aragón, C. S.; PAMPLONA, E.; MEDINA, J. R. V. Identificação de investimentos em eficiência energética e sua avaliação de risco. [S.l.]: Gest. Prod., São Carlos, v. 20, n. 3, p. 525-536, 2013, 2013. Citado na página 13.

BARROS, N. O. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA FÁBRICA DE GELO. [S.l.]: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2020. Citado na página 13.

BENLUZ. Lâmpada Bulbo LED 12W Branco Frio 6500K. 2022. Disponível em: <https://www.benluz.com.br/lampada-bulbo-led-12w-branco-frio-6500k?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0AS9h2TMAPenBaFR7RRW3RapwDXtb3iGQ8UuUHG6DiJzF2dq5i BwE>. Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 65.

BENLUZ. Lâmpada Bulbo LED 15W - Branco Frio - Bivolt. 2022. Disponível em: <https://www.benluz.com.br/lampada-bulbo-led-15w-branco-frio?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0ASkX2CJlpJ-qIwGmKaRQhCrxC4hhVU8kY6f1PS-qsbElQQtquUec BwE>. Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 65.

BENLUZ. Lâmpada Bulbo LED 4,8W Br frio - A55 Bivolt. 2022. Disponível em: <https://www.benluz.com.br/lampada-bulbo-5w-bivolt?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&sku=bl90f&gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0ARboSnLdCsiUZiyAyT53nOx71oy_RnGyHgVSZxi0WByb2d7VnfVYixoCmncQAvD_BwE>. Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 65.

BLUMENAU. LAMPADA LED TUBULAR A60 15W. 2022. Disponível em: <https://www.blumenau.ind.br/produto/l-mpadas/l-mpada-led-a-60-15w>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

BLUMENAU. LAMPADA LED TUBULAR T8 18W. 2022. Disponível em: <https://www.blumenau.ind.br/produto/l-mpadas/lampada-led-tubular-t8-18w>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

BLUMENAU. LAMPADA LED TUBULAR T8 HO 40W. 2022. Disponível em: <https://www.blumenau.ind.br/produto/l-mpadas/lampada-led-tubular-t8-ho-40w>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

CAMPOS, A.; OLIVEIRA, J.; SANTOS, P.; BARROS, P.; OLIVEIRA, P. ESTUDO DO IMPACTO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA. [S.l.]: Institute for Cognitive Science, University of California, San Diego, 2012. Citado na página 12.

CEMIRIM. Governo anuncia bandeira tarifária "Escassez Hídrica". 2021. Disponível em: <https://cemirim.com.br/governo-anuncia-bandeira-tarifaria-escassez-hidrica/>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 12.

COPEL. Manual de Eficiência Energética na Indústria. [S.l.]: COPEL, 2005. Citado na página 25.

Cânovas. Bebedouro Industrial Suspenso 200L LS em Inox. 2022. Disponível em: <https://www.canovas.com.br/bebedouro-industrial-180-ls-prd.html>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 56.

DALLABRIDA, E. C.; GONÇALVES, C. M.; PIOVESAN, T. R. ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM LÂMPADAS INCANDESCENTES, FLUORESCENTES E LED 11. [S.l.]: XXIII Seminário de Iniciação Científica, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 27.

DIMENSIONAL. LÂMPADA LED T8 (TUBULAR) G13 6500K BIVOLT 18W GLASS (VIDRO) - SUPERLED 20245 - OUROLUX. 2022. Disponível em: <https://www.dimensional.com.br/lampada-led-t8-tubular-g13-6500k-bivolt-18w-glass-vidro-superled-20245-ourolux/p>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

DUSOL. Como funciona o Selo Procel. 2018. Disponível em: <https://www.dusolengenharia.com.br/post/como-funciona-o-selo-procel/>. Acesso em: 08/10/2021. Citado na página 19.

ENERGÊS. ENTENDENDO A FATURA DE ENERGIA – 3. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/entendendo-a-fatura-de-energia-3/#:~:text=Por%20exemplo%3A%20Suponha%20o%20custo,25%20%3D%20R%24125%2C00.> Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 30.

EPE. Matriz Energética e Elétrica. 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 12.

FIOFORTE. Lâmpada Led Tubular 18 Watts 6500K 120 Cm Bivolt. 2022. Disponível em: <https://www.lojafioforte.com.br/lampada-led-tubular-18-watts-120-cm-bivolt?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAjwmJeYBhAwEiwAXlg0AZTqxsHrgujo2gwc4C1XdMSb6f2mvfTJizudCSN0MeEnIZBXzfhqBBwE>. Acesso em: 23/08/2022. Citado na página 65.

GUILLIOD, S. de M.; CORDEIRO, M. L. R. Manual do Pré-Diagnóstico Energético Autodiagnóstico na Área de Prédios Públicos. [S.l.]: PROCEL, 2010. Citado na página 23.

INEE. O que é eficiência energética? 2018. Disponível em: <http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia#o_que_eh>. Acesso em: 15/09/2021. Citado na página 17.

INTRAL. LÂMPADA TUBO LED PRO PC. 2022. Disponível em: <https://www.intral.com.br/pt/produtos/lampadas-led/tubo-led/lampada-tubo-led-pro-pc>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

IPEC. Pesquisa inédita mostra que contas de gás e luz corroeram o orçamento das famílias brasileiras. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2022/01/02/pesquisa-inedita-mostra-que-a-conta-de-gas-e-de-luz-corroeram-o-orcamento-das-familias-brasileiras.ghtml>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 12.

KKMOON. PZEM-022 ac display digital multímetro monitor de energia voltímetro amperímetro wattmeter medidor de frequência fator ac 80v 260v 100a. 2021. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/item/1005002342362094.html?spm=a2g0o.order_detail.0.0.64954c7fHNtJMb&gatewayAdapt=glo2bra>. Acesso em: 15/07/2022. Citado na página 33.

LABUDUO. Luxímetro 2 vezes/seg, medidor de luz, tela LCD MT-30 para todas as fontes de luz, incluindo LED, leve. 2020. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Luxímetro-vezes-medidor-fontes-incluindo/dp/B08NW6BM3J>. Acesso em: 15/07/2022. Citado na página 34.

Microsoft Corporation. Microsoft Excel. 2019. Disponível em: <https://office.microsoft.com/excel>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 32.

MOREIRA, M. M. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA PANIFICADORA. [S.l.]: FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, 2017. Citado na página 13.

PROCEL. Guia Técnico - Gestão Energética. [S.l.]: PROCEL, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.

PROCEL. Resultados PROCEL 2019: ano base 2018. [S.l.]: PROCEL, 2019. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.

PRÁTICA. Forno Turbo Programável E200 PRG. 2022. Disponível em: <https://www.praticabr.com/ShowProduto.aspx?IdMateria=RW1NLTMASSt6Xo3qKgv/gA==>. Acesso em: 15/07/2022. Citado na página 48.

RAYOVAC. Lampada Rayovac Led A55 8w Bivolt Branca. 2022. Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/lampada-rayovac-led-a55-8w-bivolt-branca/p/ec1h1g325f/cj/lald/>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

RAYOVAC. LED. 2022. Disponível em: <https://www.rayovac.com.br/produtos/lampadas/led/#bootstrap-touch-slider->. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

SANTOS, A. H. M. Conservação de energia - eficiência energética de equipamentos e instalações. In: _____. Conservação de Energia - Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. [S.l.]: Eletrobrás/ PROCEL EDUCAÇÃO, Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, FUPAI, 2006. p. 135. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 25.

SEBRAE. O impacto da crise energética para as pequenas e médias empresas. 2021. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/artigos/21618-o-impacto-crise-energetica-pequenas-medias-empresas#:~:text=De%20acordo%20com%20levantamento%20realizado,para%2028%25%20dos%20pequenos%20empreendedores.> Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 12.

SOUSA, F. V. R. D. ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADO AO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. [S.l.]: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2020. Citado na página 13.

SUPERFECTA. FORNO COMPACTO COM VAPOR SC4-IV. 2022. Disponível em: <https://superfecta.com.br/Fornos/FORNO-LASTRO-SC4-IV>. Acesso em: 15/07/2022. Citado na página 46.

TASCHIBRA. LÂMPADA LED TUBULAR T8 20,5W 120CM G13. 2022. Disponível em: <https://taschibrab2b.com.br/produtos/detalhes/lampada-led-tubular-t8-205w-120cm-g13/>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 64.

UOL. Inflação chega a 12,13% no acúmulo dos últimos 12 meses, maior alta em 19 anos. 2022. Disponível em: <https://cultura.uol.com.br/economia/noticias/2022/05/11/93_inflacao-chega-a-1213-no-acumulo-dos-ultimos-12-meses-maior-alta-em-19-anos.html>. Acesso em: 07/08/2022. Citado na página 41.

VIANA, A.; BORTONI, E.; NOGUEIRA, F.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, L.; VENTURINI, O.; YAMACHITA, R. Eficiência energética: Fundamentos e aplicações. In: _____. [S.l.: s.n.], 2012. Citado na página 17.