

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELÉTRICA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CAROLINE BACH

**MODELAGEM DO CONSUMO DO CAMPUS UTFPR-PB  
PARA VALIDAÇÃO DAS AÇÕES DE EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA DO PEE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

**CAROLINE BACH**

**MODELAGEM DO CONSUMO DO CAMPUS UTFPR-PB PARA VALIDAÇÃO DAS  
AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PEE**

**Modeling the consumption of the UTFPR-PB campus to validate the PEE's  
energy efficiency actions**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Caroline Bach

Coorientador: Prof. Me. César Augusto Portolann

**PATO BRANCO**

**2021**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho,  
para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s)  
autor(es).

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra  
não são cobertos pela licença.

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

O trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Modelagem do consumo do campus UTFPR-PB para validação das ações de eficiência energética do PEE** da aluna **Caroline Bach** foi considerado **APROVADO** de acordo com a ata da banca examinadora N° **269** de 2021.

Fizeram parte da banca os professores:

**Prof. Me. César Augusto Portolann**

**Prof. Me. Gustavo Dagios Dal Molin**

**Prof. Me. José Paulo De Barros Neto**

**A Ata de Defesa assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica**

Dedico este trabalho aos meus pais, Clecilda Dala Costa Bach e Vilso Bach.

*"Você é o único representante dos seus sonhos na  
face da terra"*

*Emicida*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço aos meus pais por todo amor, suporte e incentivo incondicional que foi me dado durante toda a vida, e por serem minha inspiração e motivação todos os dias desde o início desta longa caminhada.

Aos meus irmãos, por todo o carinho e incentivo para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Ao meu namorado, por todo amor e companheirismo e também por sempre acreditar que eu era capaz.

Ao meu orientador César Augusto Portolann, por me ensinar e auxiliar durante essa jornada de trabalho.

A todos os professores que contribuíram para meu crescimento como estudante, como profissional e também como pessoa.

E por fim aos meus amigos, agradeço muitíssimo por todo companheirismo e ensinamentos compartilhados durante toda a graduação.

## RESUMO

BACH, Caroline. Modelagem do consumo do campus UTFPR-PB para validação das ações de eficiência energética do PEE. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.

Com o passar dos anos, os estudos sobre eficiência energética vêm ganhando evidência no mundo todo. A UTFPR campus Pato Branco também possui interesse em alcançar a eficiência energética. O campus possui uma iniciativa chamada PEE, que determinou diversos objetivos para buscar um consumo mais eficiente de energia elétrica, mesmo que o consumo do campus já vinha diminuindo com o passar dos anos. Com isso, notou-se a necessidade de uma análise sobre a eficácia das mudanças propostas. Para realizar este estudo, foi proposto um modelo de consumo sem a utilização de variáveis que dependem do consumo de energia elétrica para ocorrer. Este modelo utilizou de dias letivos e temperatura como variáveis independentes. Também neste estudo é visto como cada variável impacta no consumo do campus, isto serve para auxiliar o PEE a verificar se as ações que foram determinadas anteriormente, teriam o impacto esperado. O modelo proposto neste trabalho alcançou um grau de ajuste de 86%, o que foi considerado como coerente, visto que o modelo utiliza apenas de variáveis independentes de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Consumo. Eficiência energética. Modelo.

## ABSTRACT

BACH, Caroline. Modeling the consumption of the UTFPR-PB campus to validate the PEE's energy efficiency actions. 51f. Monograph. (Degree in Electrical Engineering) - Course of Electrical Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.

As time goes by, study about energy efficiency has gained evidency around the world. The UTFPR has an interest in achiv an high level of energy efficiency. It develop an iniciative call PEE, which determined goals to obtain a better electrical power consumption, although the consupcion was decreasing over the years. With that, it was clear the necessity of an analysis with about the efficiency of the proposed changes. For this study was proposal the consupcion model without the variables that uses eletrical power to occur. Furthermore, in this study is possible to notice how each variable impact on the campus consupcion, this acessory the PEE to check if the actions, that was previoly determined, had the expected impact. The proposal model in this paper has reach a degree of ajustment of 86%, considering as an coherent result, since this model only uses variables that don't uses electrical power.

**Keywords:** Consumption. Energy efficiency. Model.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Consumo de energia elétrica do campus Pato Branco. . . . .	17
Figura 2:	Etapas para solução de um problema. . . . .	19
Figura 3:	Consumo de energia elétrica de cada setor no ano de 2018 no Brasil. . . . .	21
Figura 4:	Curva de carga de um consumidor industrial . . . . .	22
Figura 5:	Curva de carga de um consumidor residencial. . . . .	22
Figura 6:	Curva de carga de consumidor comercial . . . . .	23
Figura 7:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB . . . . .	35
Figura 8:	Erro entre o consumo real e o modelado para 2016, 2017 e 2018. . . . .	35
Figura 9:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 . . . . .	36
Figura 10:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com AEE . . . . .	36
Figura 11:	Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB real e modelado com AEE para 2019. . . . .	37
Figura 12:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com acréscimo de 4% na temperatura. . . . .	38
Figura 13:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com acréscimo de 50% na temperatura. . . . .	39
Figura 14:	Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com alteração nos dias letivos. . . . .	40
Figura 15:	Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB real e modelado com as datas de implementação das AEE. . . . .	41
Figura 16:	Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB no período de 2016 até 2020. . . . .	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Dias letivos do ano de 2016 considerando as mudanças de 5 dias letivos. . . . .	28
Tabela 2:	Dias letivos dos anos 2016, 2017 e 2018. . . . .	28
Tabela 3:	Dias letivos do ano de 2016 considerando as mudanças de 5 dias letivos. . . . .	29
Tabela 4:	Média dos valores calculados de GDR (graus-dia resfriamento) e GDA (graus-dia aquecimento) considerando os dias letivos no ano de 2017. . . . .	31
Tabela 5:	Valores utilizados na modelagem de graus-dia resfriamento (GDR) e aquecimento (GDA) dependendo das estações . . . . .	31
Tabela 6:	Valores calculados do consumo baseado no modelo proposto . .	34
Tabela 7:	Variação de temperatura em situação hipotética de 50% de acréscimo de temperatura. . . . .	39
Tabela 8:	Recorte do levantamento de cargas da UTFPR campus Pato Branco. . . . .	49

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GD	Graus-dia
GDA	Graus-dia-aquecimento
GDR	Graus-dia-resfriamento
IDE	Índice de Desenvolvimento Energético
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LBE	Linha de Base Energética
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
SGE	Sistema de Gestão de Energia
SIN	Sistema Interligado Nacional
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVO GERAL	17
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>19</b>
2.1	MÉTODOS NUMÉRICOS	19
2.1.1	Progressão Linear	19
2.2	SETOR ENERGÉTICO	21
2.2.1	Horário de verão	23
2.3	SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
3.1	VARIÁVEIS INDEPENDENTES	26
3.1.1	Levantamento de Cargas	26
3.2	AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DE DADOS	27
3.2.1	Dias letivos	27
3.2.2	Temperatura	28
3.3	ANÁLISE DAS AEE	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>33</b>
4.1	SEQUÊNCIA DE CÁLCULOS PARA O MODELO	33
4.2	MODELO PARA 2019	36
4.2.1	Cenário 1	37
4.2.2	Cenário 2	38
4.2.3	Cenário 3	40
4.3	VALIDAÇÃO DAS AEE	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>44</b>

<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>48</b>
-------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

As questões acerca de sustentabilidade e eficiência energética vêm ganhando destaque tanto no cenário nacional quanto global. A preservação do meio ambiente é um tema em alta ultimamente, o que tem pressionado os governos, empresas e indústrias a adotarem medidas que aprimorem a eficiência dos sistemas e processos e que permita um consumo menor mesmo mantendo a produção.

Segundo del Pilar Castrillon e Quintero (2018), os estudos sobre sustentabilidade vêm ganhando grande importância e se tornando uma das prioridades na agenda política mundial através dos anos. O desenvolvimento sustentável é uma maneira de atender às necessidades das pessoas contemporâneas sem comprometer a sobrevivência das gerações futuras. Em setembro de 2015, reconhecendo que os indicadores econômicos, sociais e ambientais dos últimos anos eram pessimistas sobre o futuro da próxima geração, as Nações Unidas recomendou a Agenda 2030, que consiste em 17 metas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) e 169 metas no campo do desenvolvimento sustentável. Conforme Johnston (2016) este programa é um conjunto de objetivos fundamentais para garantir a sustentabilidade do planeta e do ser humano. Entre essas metas, possui uma meta específica para o âmbito de energia: "assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia, para todos.", o que torna ainda mais em foco a questão ambiental em conjunto com geração e o consumo de energia.

O consumo energético de uma organização, independente de qual seja a função exercida, corresponde à uma grande parte dos custos para mantê-la ativa. Portanto, a economia de energia elétrica está sempre em foco da atenção global. Isso pode ser visto através de um estudo feito por del Pilar Castrillon e Quintero (2018), onde mostra que cerca de 36% do consumo de energia elétrica mundial está situado no âmbito profissional, em indústrias e construções. Segundo FUENTES (2017), em 2017 foi realizada uma pesquisa que verificou o ranking mundial do custo de energia elétrica para a indústria, a qual mostrou que o custo por MWh no Brasil chegava a ser 46% maior que o custo médio internacional, o qual era de 275,74 reais por MWh. Este alto custo fez com que o Brasil ficasse entre os 10 países com maior custo por MWh, ficando atrás somente da Colômbia, Índia, Itália, República Checa e Singapura.

De acordo com o EPE (2019) (Empresa de Pesquisa Energética), o consumo de energia elétrica no Brasil irá crescer cerca de 3,8% por ano até 2023, diante disso, o conceito de microrredes vem se tornando cada vez mais conhecido com o passar dos anos. Para se enquadrar no sistema de geração distribuída, as microrredes podem ser classificadas em minigeração e microgeração. A diferença entre os dois tipos de geração está relacionado a potência instalada, onde a microgeração possui uma potência instalada menor ou igual a 75 kW e a minigeração está entre 75 kW e 5 MW. Além disso, conforme COPEL (2018) o conceito de geração distribuída engloba somente centrais que empreguem o uso de fontes incentivadas de energia, tais como hídrica, solar, biomassa, eólica e cogeração qualificada. Em 2018 o Brasil teve um acréscimo de 13% na quantidade de painéis fotovoltaicos em relação aos anos anteriores; esse valor corresponde a cerca de 1,2 GW dentro da matriz energética brasileira. Cerca de 2/3 desse aumento de capacidade ocorreu em instalações de serviços públicos, como universidades, escolas e prefeituras, isto se deve ao fato de haver diversas licitações que incentivam o uso dessa tecnologia (EUROPE, 2019).

Com o objetivo de contornar o aumento contínuo de consumo de energia elétrica nacional, o governo vem buscando soluções de estímulo ao aumento da eficiência das instalações e implantação de fontes geradoras descentralizadas. Para estimular as pesquisas no setor de energia elétrica, o Brasil possui uma lei que determina que as concessionárias de energia elétrica apliquem uma parte de sua receita em projetos e programas de pesquisa. Conforme a (BRASIL, 2000):

”Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final.”(BRASIL, 2000)”

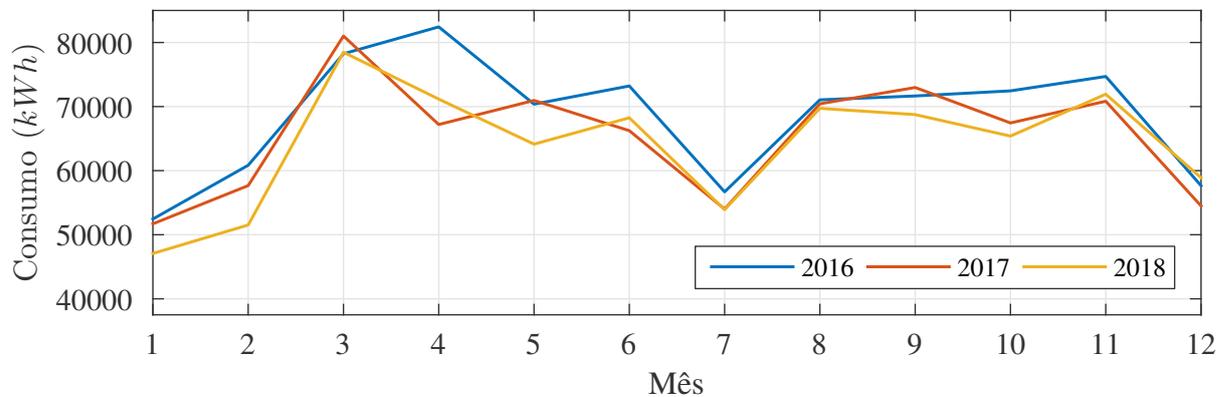
Segundo ANEEL (2016), esta lei faz com que as concessionárias incentivem e promovam o uso eficiente de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de programas de Eficiência Energética (PEE). Para que as distribuidoras de energia obedeçam tal quesito descrito em lei, faz-se uso de chamadas públicas, as quais são feitas para que o processo de decisão de escolha dos projetos beneficiados pelo PEE seja o mais justo possível. O uso deste artifício torna-se um processo mais democrático e claro, onde todas as instituições interessadas possam submeter suas propostas. De acordo com COPEL Distribuição (2017) a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Pato Branco participou de uma chamada pública vinculada a Copel no ano de 2017, publicada pela ANEEL e intitulada de 'Chamada Pública

001/2017 - Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: "Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior", tem como finalidade a implementação de geração própria de energia (minigeração) e concretização de projetos de eficiência energética. Conforme UTFPR-PEE (2017), a proposta apresentada pela UTFPR possui como ações de eficiência energética a substituição do sistema de iluminação por tecnologia LED, a etiquetagem de um bloco conforme o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), a aquisição de um sistema de medição para que seja possível analisar a qualidade e o consumo de energia do campus e também a instalação de sistema de minigeração fotovoltaica de 378 kWp.

A eficácia das ações propostas possuem a predisposição a perder sua efetividade no decorrer dos anos, por se tratar de atividades isoladas. Por conta disso, a conscientização sobre economia de energia se faz necessário, já que o usuário tem grande participação no resultado final do projeto. Planejando que a efetividade do projeto não se dissipe com os anos, a UTFPR campus Pato Branco propôs um sistema de gestão de energia (SGE) para agregar ao PEE, contendo nele diversas ações de conscientização e orientação. Desta maneira o PEE está diretamente ligado a norma ISO 50001, que é uma norma internacional - criada em 2011 e editada no ano de 2018 - a qual tem como principal objetivo a redução de emissões de gases de efeito estufa e também outros aspectos socioeconômicos e ambientais. De acordo com ABNT (2018), esta norma tem por função especificar os requisitos para estabelecer um sistema de gestão de energia, possibilitando que as instituições definam os sistemas e processos necessários para melhorar continuamente o desempenho energético, incluindo eficiência energética, o uso da energia e o consumo da energia.

Antes mesmo da implementação das ações de eficiência energética na UTFPR, o projeto de eficiência energética já estava em andamento, estruturando e realizando outras atividades que influenciam no objetivo final. Durante este processo, a UTFPR coletou as faturas de energia elétrica fornecidas pela Copel para analisar qual o comportamento do consumo do campus. Com os dados de consumo no horário de ponta e fora de ponta foi possível gerar o gráfico mostrado na figura 1. Ao verificar o consumo de energia elétrica do campus nos últimos anos, é definido um padrão no seu consumo onde percebe-se uma queda no consumo nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro. Porém mesmo definindo que o comportamento do consumo seja padronizado, pode-se perceber que o consumo do campus vem diminuindo gradativamente com o passar dos anos. Um exemplo disso é a comparação do consumo energético no intervalo de tempo escolhido, a média anual do consumo

de 2017 foi em cerca de 6% menor que no ano de 2016; a média anual do consumo de 2018 teve uma diminuição ainda maior, chegando a aproximadamente 10% menor que o consumo médio anual de 2016.



**Figura 1: Consumo de energia elétrica do campus Pato Branco.**

**Fonte: Autoria Própria**

Devido a diminuição do consumo energético conforme os anos, uma análise a respeito da efetividade das ações de eficiência energética se faz necessária, para que seja possível averiguar a eficácia das ações propostas pelo PEE. Este estudo dos resultados é essencial pois é necessário verificar se a diminuição no consumo ocorreu pela implementação das ações de eficiência energética ou se algum efeito externo teve influência direta sobre o consumo. Para a validação das ações apresentadas anteriormente, foi realizada uma modelagem do consumo de energia elétrica do campus. Esta modelagem baseia-se na utilização de variáveis independentes do consumo e com o modelo é possível verificar como o consumo de energia elétrica do campus se comporta por meio de variáveis que independem do uso de energia elétrica para ocorrer, através deste modelo é possível verificar a eficácia das ações de eficiência energética propostas pelo PEE.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma modelagem do consumo energético com base em variáveis independentes para a validação das ações propostas pelo projeto de eficiência energética da UTFPR campus Pato Branco.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o consumo de energia elétrica do campus;

- Estudar e determinar as variáveis independentes
- Realizar a modelagem;
- Comparar o resultado da modelagem com o consumo real do campus;
- Analisar os resultados das ações de eficiência energética do PEE.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia está dividida em cinco capítulos, contendo introdução, revisão de literatura, metodologia, resultados e conclusão.

O primeiro capítulo é a introdução e caracterização do problema e também os objetivos a serem alcançados através desta pesquisa.

No capítulo 2 será realizado uma revisão de literatura acerca dos assuntos que englobam este trabalho, como por exemplo os conceitos básicos do consumo energético, métodos numéricos e eficiência energética.

O capítulo 3 aborda as metodologias utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa, bem como a coleta e manipulação dos dados de variáveis independentes.

No capítulo 4 será descrita a aplicação das variáveis independentes no método numérico para a obtenção da modelagem do consumo energético do campus. Também neste capítulo será feita a verificação da eficácia das AEE.

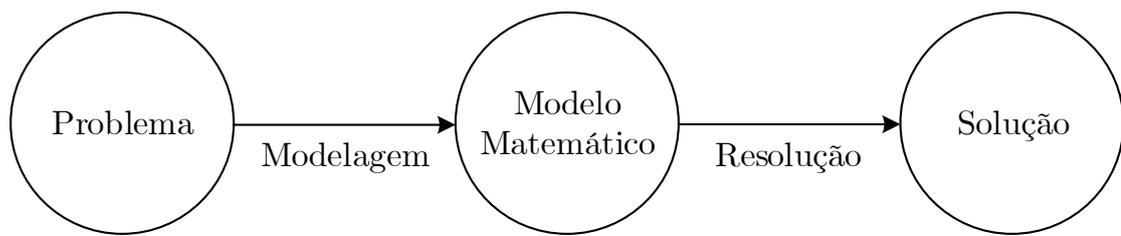
O quinto capítulo é apresentada uma conclusão do trabalho, analisando se os objetivos foram alcançados.

No apêndice A será apresentado o levantamento de cargas utilizado para a realização do trabalho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MÉTODOS NUMÉRICOS

De acordo com Humes *et al.* (1984), as questões por dentro da matemática advêm de um objetivo central que é solucionar problemas da natureza e com isso é possível transformar os fenômenos da natureza em modelos matemáticos, facilitando a resolução de problemas. O esquema apresentado na figura 2 ilustra os estágios para solução de um problema.



**Figura 2: Etapas para solução de um problema.**

**Fonte: Extraído de Humes *et al.* (1984)**

O primeiro passo para solucionar um problema é conseguir traduzi-lo para um modelo matemático adequado. Segundo Cunha e Castro (2010), para encontrar um modelo matemático conveniente é necessário utilizar de métodos e teorias específicas do campo em que o problema inicial se origina, e dependendo de qual meio for utilizado para solucionar o problema, pode-se encontrar modelos matemáticos diferentes (HUMES *et al.*, 1984). A partir do modelo definido, o próximo passo é encontrar a solução para o problema, por meio de métodos matemáticos é possível encontrar a resolução do modelo e consequentemente a solução do problema.

#### 2.1.1 PROGRESSÃO LINEAR

Conforme Humes *et al.* (1984), existe a necessidade de se obter uma função que corresponde a um fenômeno da natureza. Diante desta problemática, diversas possibilidades de métodos podem ser utilizados, dentre eles existe o método de interpolação o qual busca determinar uma curva com um pequeno número de dados para

representar de forma precisa o problema estipulado (SPERANDIO D.; MENDES, 2003). Segundo Almeida (2015), o método de ajuste de curvas é uma opção análoga ao método de interpolação, porém com a diferença de ser possível verificar análises que transcendem do intervalo de valores coletados experimentalmente. O método dos quadrados mínimos é uma ferramenta para auxiliar no recurso de ajuste de curvas, este método é fundamentado na análise dos valores máximos e mínimos de uma função real e tem como objetivo determinar os valores mínimos de uma função que determina o desvio esperado na busca pelo ajuste (ALMEIDA, 2015).

Segundo Almeida (2015) o ajuste de curvas tem por definição *"o procedimento matemático que consiste em se determinar, a partir de uma série de pontos representativos das variáveis que compõem um determinado fenômeno, uma curva que o expresse matematicamente. A curva obtida deve permitir com satisfatória segurança a realização de análises e projeções sobre o fenômeno em questão"*.

De acordo com ROONEY (2012), Carl Gauss é considerado um dos pais do método dos mínimos quadrados. O estudo dele destacou que este método pode fornecer a melhor estimativa em casos em que considera-se um erro na medição que segue a distribuição de uma curva normal. Segundo Almeida (2015) o fundamento para o método dos mínimos quadrados é minimizar o quadrado da soma dos desvios, pois com isso é possível anular as incoerências na soma dos resíduos e temos como resultado uma equação mais simples de resolver. Devido a isto este método é o processo mais eficiente de encontrar uma função de ajuste de curvas.

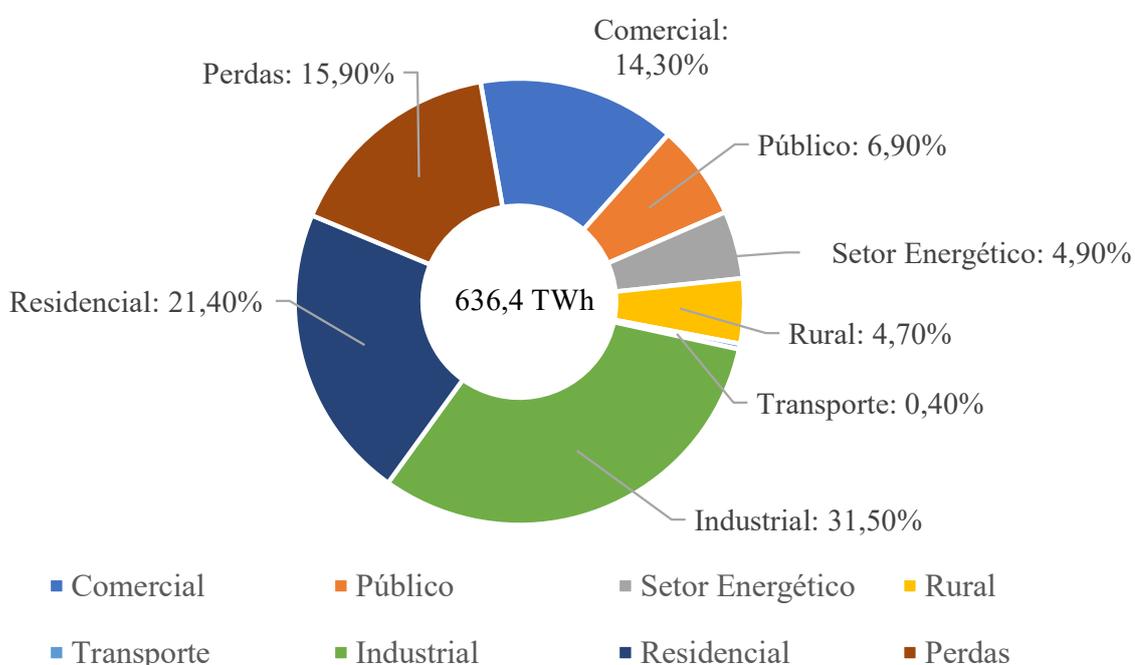
Devido ao método dos quadrados mínimos ser realizado através da manipulação de uma grande quantidade de dados, isso é passível de ocorrer um erro, chamado de coeficiente de determinação. Almeida (2015) mostra que este coeficiente determina a variação total dos dados ao redor da média dos valores da variável dependente. O coeficiente de determinação é representado pelo símbolo  $r^2$  e está dentro do intervalo de zero a um, sendo que quanto menor for o valor de  $r^2$  significa que o modelo não está bem ajustado, da mesma forma quando  $r^2$  tem um valor próximo de 1, significa que o modelo está melhor ajustado, pois há uma diferença menor entre o valor real e o valor calculado através do método dos mínimos quadrados (ALMEIDA, 2015); (MARINELLI, 2002).

No trabalho de Marinelli (2002) é possível analisar com mais profundidade o algebrismo por trás do método dos quadrados mínimos, pois neste trabalho tem a dedução de como encontrar a solução de um problema utilizando este método, como é a matemática utilizada para ajustar as curvas e reduzir o erro. Tais teorias não

serão abordadas neste trabalho pois o método utilizado é apenas uma ferramenta para alcançar o objetivo final.

## 2.2 SETOR ENERGÉTICO

De acordo com o EPE (2019), o consumo de energia elétrica no Brasil apresenta um aumento de aproximadamente 3,8% por ano até 2023. Mesmo tendo um acréscimo no consumo, nada garante que este acréscimo será feito de forma eficiente, com isso podemos analisar as particularidades de carga do sistema de consumo do ano de 2018 para ter uma noção de onde estamos partindo. A figura 3 mostra quais setores possuem maior impacto no consumo de energia elétrica.



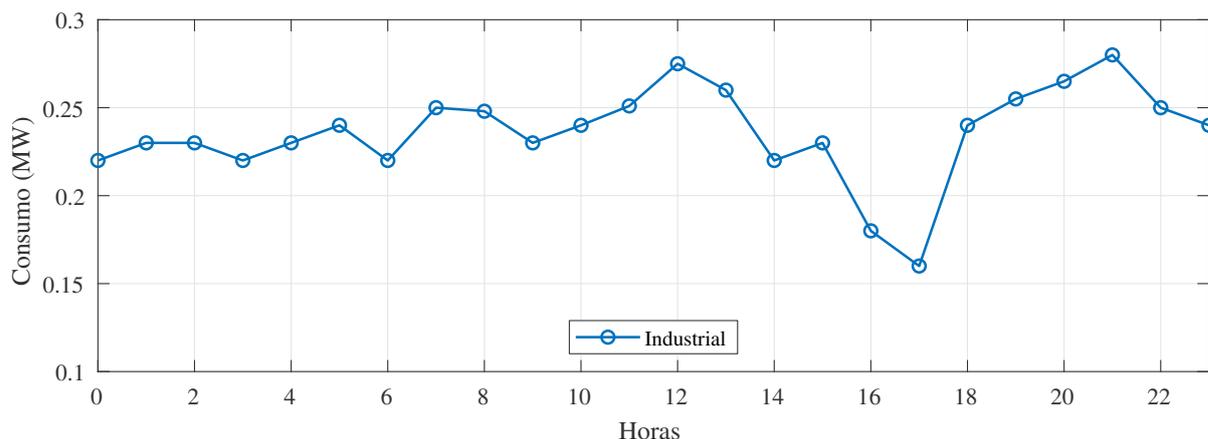
**Figura 3: Consumo de energia elétrica de cada setor no ano de 2018 no Brasil.**

**Fonte: extraído de EPE (2019)**

Conforme mostrado na figura 3, pode-se perceber que os setores que tem o consumo mais relevante é o industrial, representando 31,5% do consumo total e o residencial, com 21,4% de participação no consumo total. Logo após estes dois setores, verifica-se que as perdas no sistema interligado nacional representam 15,9% do consumo total do país. Este valor referente às perdas do SIN é um valor bem significativo, pois é superior ao consumo de alguns setores bem importantes para sociedade, como comércio e o setor público.

Cada setor tem um perfil de consumo diferente, a curva de carga da indústria

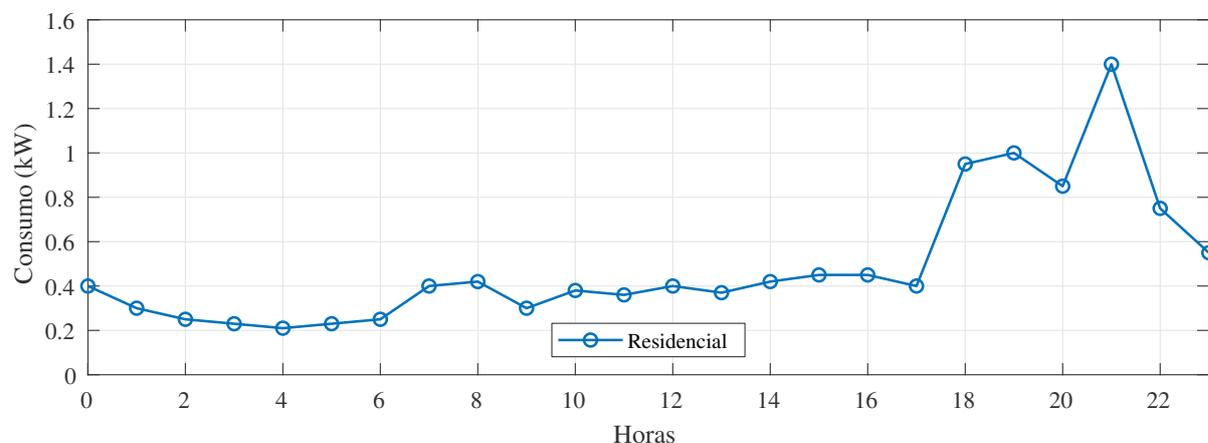
tem um perfil que se assemelha a um consumo constante, isto se deve a diversos fatores e um deles é que este setor recebe energia em média tensão e com isso possui subestações abaixadoras internas. Outro fator que influencia diretamente no perfil de consumo da indústria é o fato de que o período de utilização das cargas é praticamente constante, uma vez que muitas produções devem ser mantidas, desse modo fazendo o uso de diferentes turnos de trabalho (FRANCISQUINI, 2006). A figura 4 é a representação gráfica do perfil de consumo no setor industrial.



**Figura 4: Curva de carga de um consumidor industrial**

**Fonte: adaptação Francisquini (2006)**

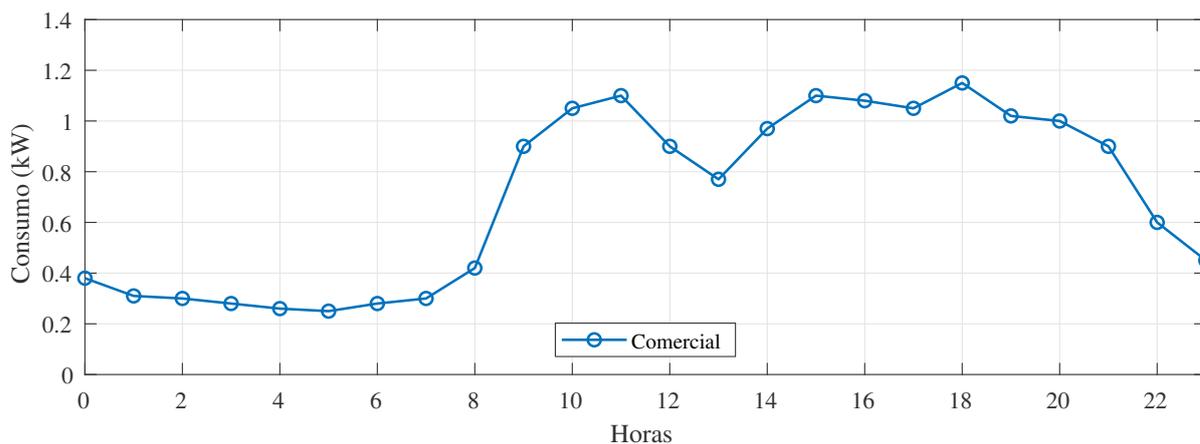
A figura 5 mostra a curva de carga de um consumidor residencial no período de um dia. De acordo com Francisquini (2006) o setor residencial tem um perfil de consumo totalmente diferente do setor industrial, pois caracteriza-se por um consumo baixo e praticamente constante durante o dia e um aumento no final da tarde, e então de noite, no período das 18 às 21 horas o setor residencial tem seu ápice de consumo, devido ao uso de chuveiros elétricos.



**Figura 5: Curva de carga de um consumidor residencial.**

**Fonte: adaptação Francisquini (2006)**

O Terceiro setor com maior consumo é o setor comercial, este setor possui uma curva de carga definida por uma demanda durante o período comercial, determinado usualmente como 7:30 ao 12:00 e 13:30 até 18:00. Fora do horário comercial, a curva de carga no setor comercial demonstra uma queda considerável, pois sua demanda fica quase que somente nos setores de iluminação e refrigeração. Na figura 6 podemos ver a representação gráfica do perfil de consumo deste setor (FRANCISQUINI, 2006).



**Figura 6: Curva de carga de consumidor comercial**

**Fonte: adaptação Francisquini (2006)**

### 2.2.1 HORÁRIO DE VERÃO

O horário de verão tem como objetivo fazer com que a demanda seja reduzida através de um adiantamento nos relógios em uma hora durante os meses de verão. De acordo com Lawson *et al.* (2017), o horário de verão teve seu conceito criado em 1784 porém só foi posto em prática na Alemanha, no início do século XX com o intuito de reduzir os custos com o carvão mineral durante a primeira guerra mundial. Conforme o MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Secretária de Energia Elétrica (2021), somente no ano de 1931, o presidente Getúlio Vargas colocou em prática o uso do horário de verão no Brasil. Porém desde então houveram algumas mudanças no horário de verão imposto em 1931, algumas alterações no período de uso desta prática e também para quais estados seria viável a implementação do horário de verão.

Segundo MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Secretária de Energia Elétrica (2021) o horário de verão ocasionava um "achatamento" na curva de consumo, pois havia uma diminuição no consumo no horário entre 18h até as 21h. Com essa redução era possível obter uma menor concentração de energia elétrica no SIN, reduzindo o carregamento de energia nas subestações, nas linhas de transmissão e em

todo o sistema de distribuição. No ano de 2017, a Secretaria de Energia Elétrica (SEE/MME) e o ONS iniciaram um estudo para verificar se o horário de verão vinha tendo os mesmos impactos dos anos anteriores. Nos anos de 2018 e 2019 o resultado desses estudos técnicos mostraram que o horário de verão já não tinha um impacto significativo no setor elétrico, não justificando o uso do mesmo e assim recomendou-se a suspensão do horário de verão (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Secretária de Energia Elétrica, 2021).

Este resultado de não impacto no setor elétrico foi consequência de que o perfil da curva de carga vinha mudando nos últimos anos. Tal mudança foi ocasionada pela mudança de hábitos dos consumidores, os quais começaram a utilizar mais equipamentos de climatização de ambientes, considerando assim a temperatura ambiente como a causa desta mudança. De acordo com Lawson *et al.* (2017), outro aspecto que impactou na mudança da curva de carga foi a evolução tecnológica na iluminação, tanto pública quanto residencial, pois o uso de lâmpadas mais eficientes geram uma diminuição na participação da demanda.

Devido a mudança de hábitos dos consumidores, a demanda máxima diária que antes era no período da noite (18h a 21h) foi alterada para o período da tarde, onde a maior parte dos equipamentos de climatização de ambientes é utilizada. Isto fez com que o impacto do horário de verão fosse neutralizado, já que tinha como intuito a redução da demanda no horário de ponta, inviabilizando a implementação do uso desta política por meio do setor elétrico.

## 2.3 SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA

Conforme Fossa e Sgarbi (2017), a definição de gestão de energia surgiu pois notou-se que independentemente se as ações de eficiência energética são bem implementadas dentro da organização, caso sejam isoladas, não se mantêm com o passar dos anos. Ou seja, iniciativas sem a supervisão organizada da instituição, não permanecem ao longo do tempo. As vantagens que resultaram das ações implementadas, como por exemplo o aumento da segurança energética, da produtividade e redução de emissão de gases de efeito estufa, não terão estabilidade futura, perdendo seu valor efetivo conforme os anos passam. Por causa dessa questão a respeito de implementar ações que no futuro perdem a efetividade, passou a ser necessário um método que torna os resultados e benefícios permanentes e contínuos. De acordo com Fossa e Sgarbi (2017), a implementação dos princípios da gestão de energia

proporciona criar ou melhorar a cultura de consciência e responsabilidade em relação ao uso da energia. Em 2011 criou-se a ISO 50001 – Sistemas de gestão de energia - para suprir a necessidade de uma regulamentação a respeito das condições mínimas que assegurem o aperfeiçoamento do desempenho energético da instituição que decidir implementá-lo.

Segundo a ABNT (2018), o escopo é determinar as condições para iniciar, efetuar, preservar e aprimorar um sistema de gestão de energia (SGE). O cumprimento dos requisitos descritos na norma impulsiona a instituição a procurar a diminuição do seu consumo energético cada vez mais, aumentando assim a eficiência energética das atividades realizadas e também utilizando a energia de forma mais adequada (FOSSA; SGARBI, 2017). A conclusão de um sistema de gestão bem aplicado e permanente é uma organização cujos resultados incluem o aumento da segurança energética e a redução de custos de produção, conseqüentemente também terão impactos nas emissões de gases do efeito estufa.

Para que um SGE tenha propósitos bem alinhados com a realidade, conforme ABNT (2018) é necessário desenvolver uma revisão energética, onde é estudado o consumo de energia da instituição e também é preciso definir Indicadores de Desempenho Energético (IDE), os quais avaliam a performance energética da organização auxiliando na manutenção do SGE. Para que os IDE sejam analisados corretamente, é necessário ter uma referência de informações para verificar a ocorrência de melhorias no desempenho energético e esses valores de referências são chamados de Linha de Base Energética (LBE). De acordo com (ABNT, 2018):

Quando a organização possuir dados indicando que variáveis relevantes afetam significativamente o desempenho energético, a organização deve executar uma normalização do(s) valor(es) dos IDE e correspondente(s) LBE.

As LBE devem ser revisadas no caso de uma ou mais das seguintes situações:

- a** as IDE não refletem mais o desempenho energético da organização;
- b** ocorrência de mudanças significativas nos fatores estáticos;
- c** de acordo com um método predeterminado.”

(ABNT, 2018)

Portanto a LBE nada mais é que um modelo matemático baseado em dados reais da organização, que é utilizado para a validação e verificação das ações propostas pelo SGE.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

De acordo com UTFPR (2019) o Campus Pato Branco é um dos maiores campus da UTFPR, atualmente com um total de 4125 alunos os quais estão dispostos em 12 cursos de graduação, 8 de pós-graduação *Stricto Sensu*, seis de pós-graduação *Lato Sensu* e um curso técnico. Além dos alunos, o campus conta também com 426 servidores, incluindo docentes efetivos, contratados e técnico-administrativos. Conforme UTFPR (2019), a área total construída do campus é de 52.499,86 metros quadrados e a maior parte dos ambientes do campus consiste em salas de aula, laboratórios e salas administrativas. Este dado é de suma importância para a escolha das variáveis independentes, pois é necessário verificar qual é o perfil de uso do usuário e quais são as principais fontes de consumo energético. Um levantamento de cargas foi realizado, para auxiliar a escolha das variáveis, onde as opções que foram cotadas com base no uso do campus foram umidade do ar, temperatura, dias letivos, quantidade de usuários e período de chuvas.

##### 3.1.1 LEVANTAMENTO DE CARGAS

Para o andamento do PEE e do SGE e conforme a ISO 50001, é de grande importância ter o balanço energético, para poder analisar em quais áreas o projeto deve atuar e também conferir se as ações propostas foram as melhores escolhas. Para isso, inicialmente foi realizado um levantamento de cargas, manualmente e por meio de entrevistas com funcionários e servidores, visitando todas as salas, laboratórios e escritórios do campus. Após o levantamento de cargas realizado, um balanço energético pode ser feito, onde estão incluídas as informações referentes ao local onde a carga está instalada, quantidade, fabricante, modelo, potência, tipo de alimentação (monofásica, bifásica ou trifásica), tensão de alimentação (110V, 220V, 380V, 440V ou 1200V), tipo de partida (direta, estrela-triângulo, inversor de frequência e comando automático) e mais outras informações que são necessárias para o sistema de gestão de energia. As informações coletadas estão dispostas em uma tabela disponível no apêndice A.

Posteriormente ao levantamento de cargas e a verificação de possível coleta de dados, decidiu-se utilizar dias letivos e temperatura como as variáveis independentes. A seleção ocorreu devido as chances de influenciarem diretamente no consumo de energia elétrica seria possivelmente maior que as demais opções. Portanto uma análise mais aprofundada foi feita para então ser utilizada na modelagem.

## 3.2 AQUISIÇÃO E MANIPULAÇÃO DE DADOS

### 3.2.1 DIAS LETIVOS

A escolha de dias letivos como uma variável independente se deu pelo motivo que em dias que não são letivos, a quantidade de usuários na universidade diminui drasticamente. A própria universidade fornece para a comunidade em geral o calendário acadêmico de cada ano em seu site oficial. Então escolheu-se um intervalo de tempo de 3 anos (2016, 2017 e 2018) e os dados de cada ano foram coletados e assim pode-se fazer um estudo mais aprofundado.

Durante o período de análise, notou-se uma discrepância nas contas de energia elétrica da copel, que as leituras são feitas sempre no dia 5 de cada mês. Isso significa que o consumo de energia elétrica até o 5º dia do mês, corresponde ao consumo do mês anterior. Essa observação foi levada em consideração nos dias letivos, sendo contabilizado que os dias letivos de um determinado mês são sempre considerando do dia 5 de um mês até o dia 4 do outro mês (exemplo mês de março: dias letivos de 05/03 até 04/04). Na tabela 1 é possível ver que essa diferença de 5 dias resulta em uma diferença em alguns meses para o cálculo de dias letivos por mês.

Na tabela 2 temos os dias letivos para todo o período de análise (2016 a 2018), considerando a alteração de 5 dias úteis. Nesta tabela pode-se perceber que o calendário letivo não muda muito através dos anos, tendo uma diferença de no máximo 4 dias por mês de um ano para o outro e isso se deve aos finais de semanas e feriados. A partir do ano de 2019 foi estabelecido que no meio do semestre haveria uma semana de Planejamento de Ensino, Pesquisa e Extensão/Capacitação, onde não teria aula e isso influenciou na contagem dos dias letivos, durante primeiro semestre letivo de 2019, a semana de planejamento foi na semana dos dias 13 até 17 de maio e no segundo semestre letivo de 2019 a semana de planejamento foi na semana dos dias 7 até 11 de outubro.

Então pode-se perceber através da tabela 2 que a quantidade de dias

**Tabela 1: Dias letivos do ano de 2016 considerando as mudanças de 5 dias letivos.**

Mês	Dias Letivos em 2016	
	SEM alteração de 5 dias úteis	COM alteração de 5 dias úteis
Janeiro	0	0
Fevereiro	1	4
Março	21	20
Abril	18	20
Maio	20	19
Junho	21	21
Julho	5	2
Agosto	18	21
Setembro	21	22
Outubro	19	19
Novembro	19	19
Dezembro	9	6

**Tabela 2: Dias letivos dos anos 2016, 2017 e 2018.**

Mês	2016	2017	2018
Janeiro	0	0	0
Fevereiro	4	2	2
Março	20	23	22
Abril	20	18	16
Maio	19	21	20
Junho	21	18	21
Julho	2	3	4
Agosto	21	22	23
Setembro	22	20	21
Outubro	19	17	15
Novembro	19	21	20
Dezembro	6	6	6

letivos por mês não difere muito de um ano para o outro.

### 3.2.2 TEMPERATURA

De acordo com a pesquisa realizada pelo MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Secretária de Energia Elétrica (2021), com o horário de verão obteve-se o benefício da iluminação natural por mais horas porém também resultou em um aumento de iluminação artificial no período da madrugada, uma elevação no consumo por condicionadores de ar no período de final de tarde e início da noite, pois as altas temperaturas que as pessoas ficam expostas durante este período. Devido a isso, pode-se perceber que a temperatura influencia, tanto quando a iluminação, na eficácia do horário de verão em relação ao impacto elétrico. Estas duas variáveis são diretamente proporcio-

nais, com isso, quanto maior a iluminação natural, maior a temperatura e com isso maior o consumo por equipamentos de climatização de ambientes.

A linha de raciocínio que fez com que temperatura fosse escolhida como uma variável importante foi de que no campus existem muitos aparelhos de ar condicionado, os quais consomem uma grande quantidade de energia. Então uso dos ar condicionado são influenciados diretamente pela temperatura ambiente.

O campus recebe pessoas de diversas regiões do país e com isso á vários grupos de pessoas com diferentes resistências a temperatura, algumas mais acostumadas com o frio e outras com o calor. Devido a isso, percebeu-se que os valores de temperatura ambiente não seriam tão significativos para determinar o uso do ar condicionado, logo estabeleceu-se que para esta pesquisa seria utilizado valores da diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura confortável para o ser humano ( $T_{ref}$ ).

Essa análise foi realizada para obter uma estimativa de quando os aparelhos de ar condicionado seriam ligados para fim de aquecer ou resfriar o ambiente. Os valores de temperatura de referência foram escolhidos arbitrariamente para cada mês, considerando as estações do ano, segundo a tabela 3.

Para a análise dessa variável independente, foi necessário adquirir dados de temperatura do mesmo intervalo de tempo escolhido para os dias letivos (2016, 2017 e 2018) e para a aquisição dos dados, entrou-se em contato com o instituto nacional de meteorologia (INMET), o qual repassou as informações necessárias para a realização do estudo.

**Tabela 3: Dias letivos do ano de 2016 considerando as mudanças de 5 dias letivos.**

Mês	Temperatura de referência (20°C à 23°C)
Janeiro	23°C
Fevereiro	23°C
Março	22°C
Abril	21°C
Mai	21°C
Junho	20°C
Julho	20°C
Agosto	20°C
Setembro	21°C
Outubro	22°C
Novembro	23°C
Dezembro	23°C

Os dados fornecidos pelo INMET continham a temperatura horária para

cada dia do mês. Considerando que o horário de funcionamento do campus está estabelecido entre as 7:00 até as 23:00 (UTFPR, 2019), os valores de temperatura fora desse intervalo de tempo foram desconsiderados pois não há fluxo de pessoas no campus neste período de tempo. Para obter um valor de temperatura relevante para a modelagem, foi realizado o cálculo da equação 1, onde GD(graues-dia) é a diferença entre a temperatura ambiente e a de referência 3.

$$GD = T_{amb} - T_{ref} \quad (1)$$

Então foi feita a diferença entre a temperatura medida e a temperatura de referência para cada horário de todos os dias do ano. Para verificar se o ambiente seria aquecido ou resfriado, esse cálculo passou por uma análise, onde quando a GD é positiva, significa que a temperatura ambiente estava superior do que a temperatura de referência, então o ambiente deveria ser resfriado, utilizando o conceito de GDR (graues-dia resfriamento). Já quando GD é negativa, significa que o ambiente estava mais frio que a temperatura referência, então o ambiente deveria ser aquecido, essa diferença de temperatura é o graues-dia aquecimento (GDA).

O próximo passo para a sequência de cálculos foi deixar esta variável independente coerente com a outra variável escolhida (dias letivos), então como com a outra variável obtivemos um valor mensal, deve-se fazer com que a variável temperatura também seja mensal, para isso foi realizada a média dos GDR e GDA do mês inteiro. Considerando que nos dias que não é dia letivo, não há o uso frequente de aparelhos climatizadores de ar, então foi feita uma multiplicação das médias dos GDR e GDA com os dias letivos, para ter um valor plausível para ser utilizado.

Uma análise que deve ser tomada em conta é de que as estações do ano influenciam diretamente nos valores escolhidos de GDA e GDR, pois quando a temperatura média é mais elevada, o uso dos aparelhos de ar condicionado é maior, já na estação do outono e inverno, o uso dos aparelhos de ar condicionado diminui bastante. Por este motivo foi escolhido para cada estação do ano qual variável (GDR ou GDA) seria adotada. Logo, nos meses de primavera e verão, a temperatura média é mais alta foi utilizado os valores de GDR; assim como nos meses em que a temperatura média é mais baixa, os valores de GDA foram utilizados, conforme descrito na equação 2. Então os valores das temperaturas médias utilizadas para os cálculos da modelagem são uma mescla entre GDR e GDA, conforme a tabela 5.

**Tabela 4: Média dos valores calculados de GDR (graus-dia resfriamento) e GDA (graus-dia aquecimento) considerando os dias letivos no ano de 2017.**

Mês	MÉDIA GDR	MÉDIA GDA	Dias letivos	GDR* D.letivo	GDA* D.letivo
Jan	19.2	35.11	0	0	0
Fev	14.15	8.35	0	0	0
Mar	3.74	0.28	22.00	82.32	6.10
Abr	4.08	40.73	17.00	69.42	692.47
Mai	3.17	73.45	22.00	69.83	1615.94
Jun	2.07	97.39	21.00	43.40	2045.12
Jul	5.38	101.34	6.00	32.28	608.05
Ago	11.88	77.45	19.00	225.79	1471.52
Set	34.77	39.90	19.00	660.57	758.10
Out	12.10	77.03	20.00	242.06	1540.52
Nov	16.49	33.60	19.00	313.32	638.40
Dez	12.50	0.21	9.00	112.53	1.90

$$\forall GD > 0 \implies T_{amb} - T_{ref} = GDR \quad (2)$$

$$\forall GD < 0 \implies T_{ref} - T_{amb} = GDA$$

**Tabela 5: Valores utilizados na modelagem de graus-dia resfriamento (GDR) e aquecimento (GDA) dependendo das estações**

Mês	GDR ou GDA	Valores utilizados na modelagem (GD* D.letivos)
Jan	GDR	0
Fev	GDR	0
Mar	GDR	82.32
Abr	GDA	692.47
Mai	GDA	1615.94
Jun	GDA	2045.12
Jul	GDA	608.05
Ago	GDA	1471.52
Set	GDA	758.10
Out	GDR	242.06
Nov	GDR	313.32
Dez	GDR	112.53

### 3.3 ANÁLISE DAS AEE

A escolha de quais ações de eficiência energética seriam implantadas era responsabilidade do SGE, as AEE escolhidas foram a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED; a instalação de uma usina fotovoltaica com 378kWp e a implementação de um sistema de SGE nos moldes da ABNT ISSO 50:0001. Portanto neste estudo será considerada somente as AEE que foram postas em prática e instituídas no campus dentro do período do estudo. A instalação da usina fotovoltaica estava planejada para o mês de novembro de 2019, porém houve atrasos por parte do fornecedor, e a usina só começou a funcionar no mês de março de 2020. Por este motivo, essa AEE não será considerada durante o estudo. A análise da eficácia das AEE propostas será feita através de uma comparação com gráficos do consumo real e modelado, considerando a porcentagem de economia pretendida com as AEE.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 SEQUÊNCIA DE CÁLCULOS PARA O MODELO

Após todos os dados coletados e manipulados demonstrados no capítulo de metodologia, seção 3.2 é possível dar início no cálculo que resultará em um modelo matemático que representa o consumo da UTFPR Pato Branco. Através do método dos quadrados mínimos utilizado no software Excel por meio da função PROJ.LIN encontrou-se a equação que possibilita calcular o consumo energético do campus, utilizando variáveis que são independentes da energia elétrica. A função PROJ.LIN resultou em um modelo genérico e utilizando as variáveis escolhidas, resulta na equação 3

$$C_{modelado} = (X * Diasletivos) + (Y * Temperatura) + Z \quad (3)$$

- $C_{modelado}$ : Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB.

Por meio dos dados coletados e manipulados de dias letivos e GDR e GDA, calculou-se os valores referentes a X, Y e Z com a função PROJ.LIN. Substituiu-se na equação (3) os valores encontrados, resultando na equação 4, que é um modelo de consumo de energia elétrica baseado em variáveis independentes escolhidas, as quais influem significativamente no consumo real.

$$C_{modelado} = (2208,745 * D_{letivos}) + (-4,0426245 * Temp) + 63588,75317 \quad (4)$$

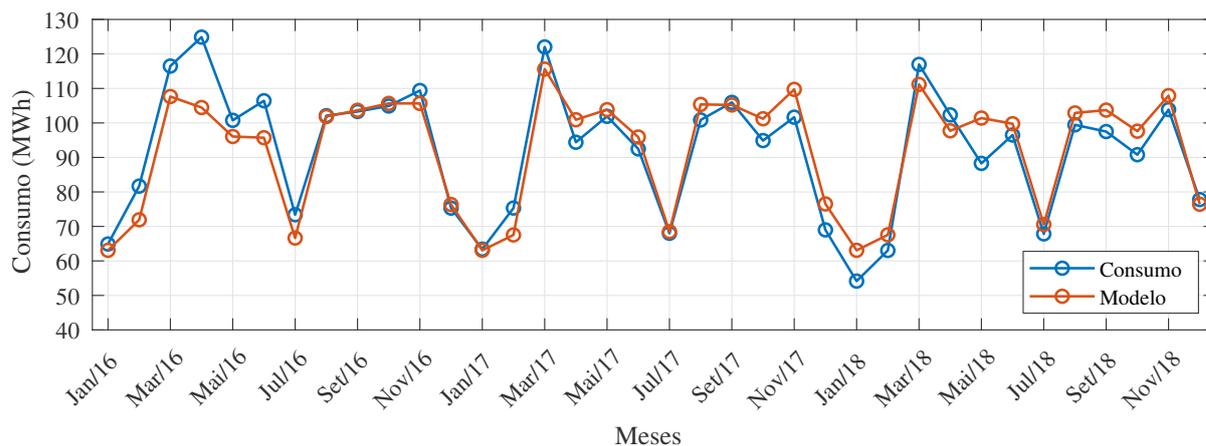
Para poder verificar se a equação 4 está condizente com os valores desejáveis, foram feitos testes utilizando a equação 4 e os dados coletados de dias letivos e GDR/GDA dos anos de 2016 a 2018 para calcular o consumo modelado e ter uma referência real para comparar. Esse cálculo resultou nos valores da tabela 6.

Para facilitar a visualização dos resultados gerados pelo modelo proposto, a figura 7. representa os valores os valores de consumo real e modelado para o mesmo período.

**Tabela 6: Valores calculados do consumo baseado no modelo proposto**

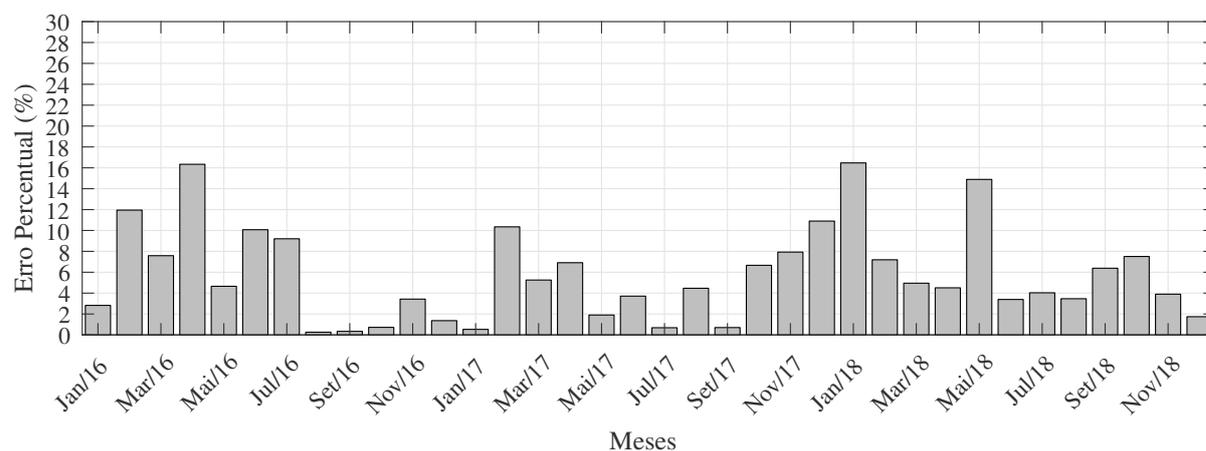
Mês	Consumo modelado [kWh]
jan/16	63589
fev/16	72424
mar/16	106428
abr/16	104713
mai/16	95771
jun/16	96424
jul/16	72424
ago/16	106428
set/16	104713
out/16	95771
nov/16	96424
dez/16	65868
jan/17	103209
fev/17	104276
mar/17	104597
abr/17	104587
mai/17	76162
jun/17	63589
jul/17	68006
ago/17	114057
set/17	103066
out/17	103444
nov/17	95083
dez/17	67758
jan/18	106236
fev/18	104701
mar/18	100159
abr/18	108707
mai/18	76387
jun/18	63588
jul/18	68006
ago/18	110164
set/18	96771
out/18	103006
nov/18	103578
dez/18	70318

Analisando o gráfico 7 verifica-se que o modelo proposto possui um comportamento semelhante ao consumo real, porém com pequenos desvios. Segundo Almeida (2015), quanto mais próximo de 1 o valor do coeficiente de determinação se aproxima, mais o modelo linear se ajusta à amostra e se o valor de  $r^2$  é maior ou igual a 0,8, já é considerado um bom resultado para este método. No modelo proposto obteve-se um coeficiente de determinação de 0,8343; isso significa que o 83,43% da variação do



**Figura 7: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB**

modelo é resultado da variação das incógnitas do eixo X. Para facilitar a visualização do ajuste da curva, foi calculado o erro entre as duas curvas e com isso gerou-se a figura 8.

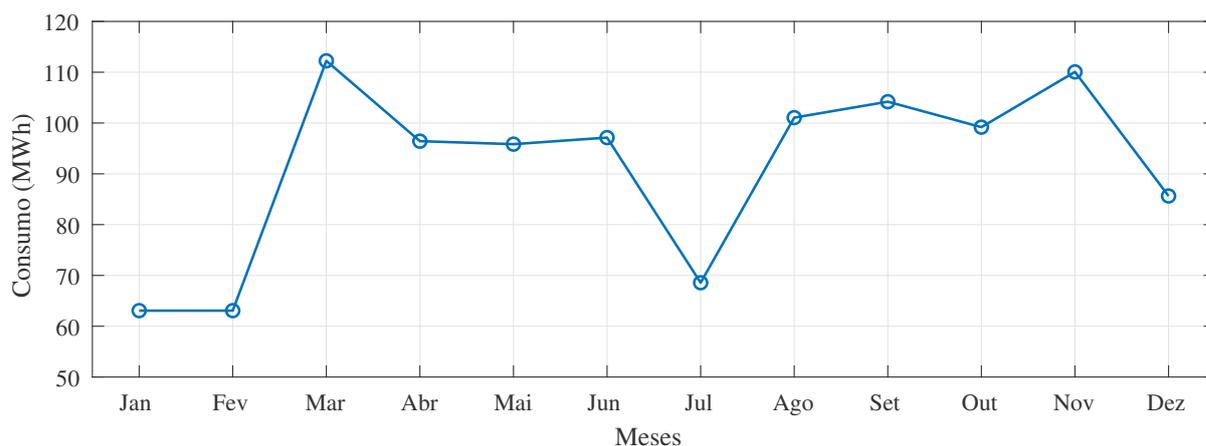


**Figura 8: Erro entre o consumo real e o modelado para 2016, 2017 e 2018.**

Através do gráfico da figura 8 pode-se perceber que o erro é menor nos meses em que a curva do modelo está melhor ajustado ao valor real do consumo. Por exemplo no mês de agosto de 2016, na figura 7 nota-se que os valores modelados e calculados são praticamente iguais e isso se confirma através do gráfico do modelo, onde deste mesmo mês obteve-se um erro de aproximadamente 0,26%.

Com a equação 4 já definida e para calcular o consumo previsto para 2019, coletou-se os dados de dias letivos, já os dados de temperatura teve que ser feita uma suposição dos valores de temperatura para o ano de 2019, tais valores de temperatura para 2019 foram definidos com uma média das temperaturas dos anos anteriores e com esses dados, calculou-se o consumo esperado para 2019 e resultou no gráfico da figura 9.

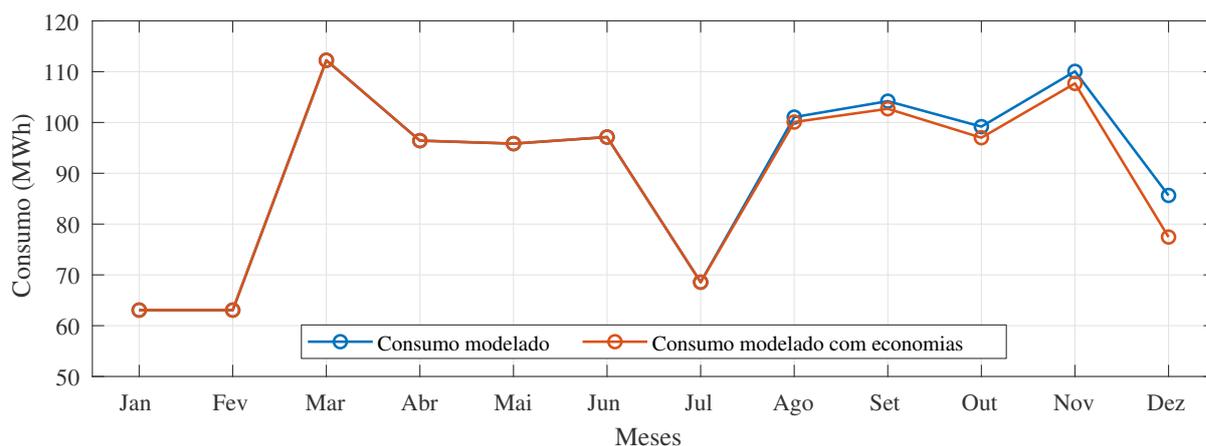
Este consumo modelado para 2019 não considera nenhuma AEE em prática.



**Figura 9: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019**

**Fonte: Autoria Própria**

Considerando os valores esperados de economia previstos pelo SGE para cada AEE e em quais meses seriam implementadas, foi possível verificar uma diferença no consumo final conforme a figura 10.



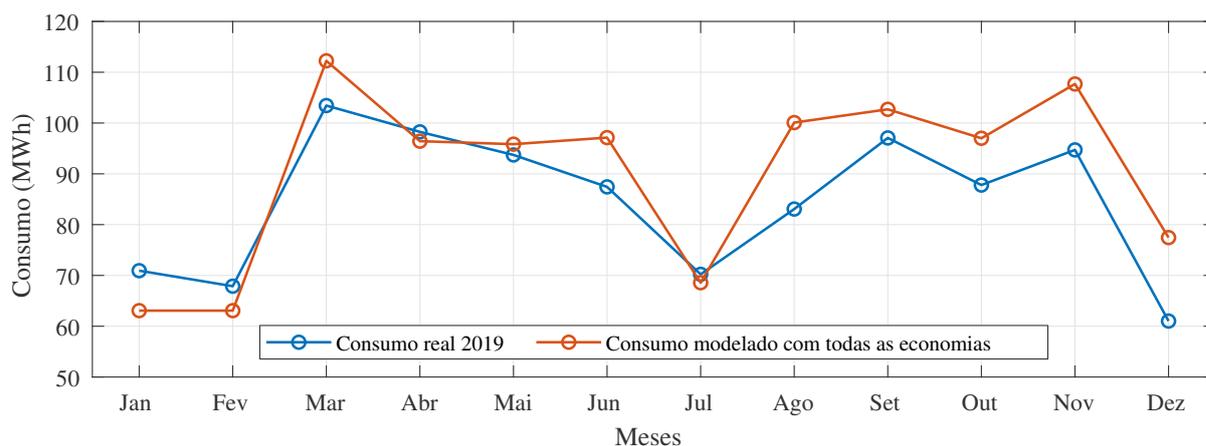
**Figura 10: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com AEE**

**Fonte: Autoria Própria**

## 4.2 MODELO PARA 2019

Uma comparação válida para verificar a eficácia do modelo, é comparar os valores do consumo mensal modelado para 2019, com os valores reais do consumo mensais. Esse contraste pode ser examinado no gráfico da figura 11, em que possui os valores modelados e reais do mesmo período.

Neste gráfico podemos perceber que o modelo se distancia do valor real, isto se dá por diversos motivos, um deles é que outros procedimentos visando economia energética foram aplicadas pelo SGE. Estas atividades secundárias envolveram pales-



**Figura 11: Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB real e modelado com AEE para 2019.**

**Fonte: Autoria Própria**

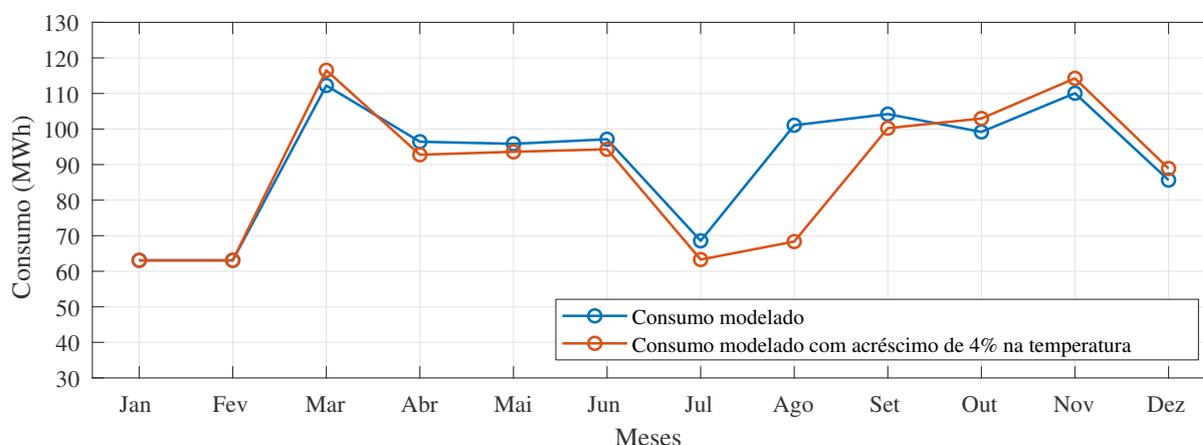
tras, divulgações e sensibilização dos servidores, estudantes e professores. Estes tipos de ações realizadas pelo SGE possuem resultados menos mensuráveis, por este motivo é inviável calcular o impacto numérico no consumo. Porém sabendo que as palestras e divulgações feitas pelo SGE começaram a serem postas em prática no final do mês de abril, isso gerou um impacto no consumo. No mês de maio este impacto já produziu uma redução no consumo do campus. Através do gráfico da figura 11 é possível perceber que o modelo proposto o cálculo do consumo de energia elétrica é válida, pois possui um comportamento que se assemelha ao comportamento do consumo real do campus. Com uma taxa de ajuste de aproximadamente 84%, o resultado do modelo é considerado como satisfatório, já que é capaz de calcular o consumo do campus sem utilizar variáveis que dependem de energia elétrica.

Para verificar o funcionamento do modelo e das variáveis utilizadas para o cálculo do modelo, foi realizado alguns cenários, que são eles: aumento gradativo de temperatura, aumento elevado da temperatura, diminuição da quantidade de dias letivos.

#### 4.2.1 CENÁRIO 1

A temperatura média do planeta vem aumentando com o passar dos anos. Conforme a News (2020), existe a possibilidade de que até o ano de 2025 haja um aumento na temperatura de aproximadamente 1,5°C. Porém conforme UNEP (2021), o ano de 2020 já foi 1,2°C maior que as temperaturas do período pré-industrial. Com isso, foi considerado uma situação hipotética em que esse aumento de temperatura ocorreu e o campus não alterou seu perfil de consumo neste tempo, calculou-se o

valor do consumo do campus com base no modelo. Para isto foi utilizado os valores de temperatura reais dos anos anteriores adicionando 4% em cima e isto resultou no gráfico da figura 12.



**Figura 12: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com acréscimo de 4% na temperatura.**

**Fonte: Autoria Própria**

Através do gráfico do consumo modelado com acréscimo de temperatura, pode-se perceber que pequenos acréscimos de temperatura não irão impactar significativamente no consumo do campus em situações cotidianas. Isto pode ocorrer pois o aumento de temperatura esperado é muito pequeno e o campus Pato Branco fica localizado no sudoeste no Paraná, Brasil, no hemisfério sul, local onde não possui situações de temperaturas extremas. Por este motivo, foi realizado um novo cenário, uma situação hipotética extrapolando o aumento de temperatura para poder verificar o impacto desta variável independente gera no consumo final do campus.

#### 4.2.2 CENÁRIO 2

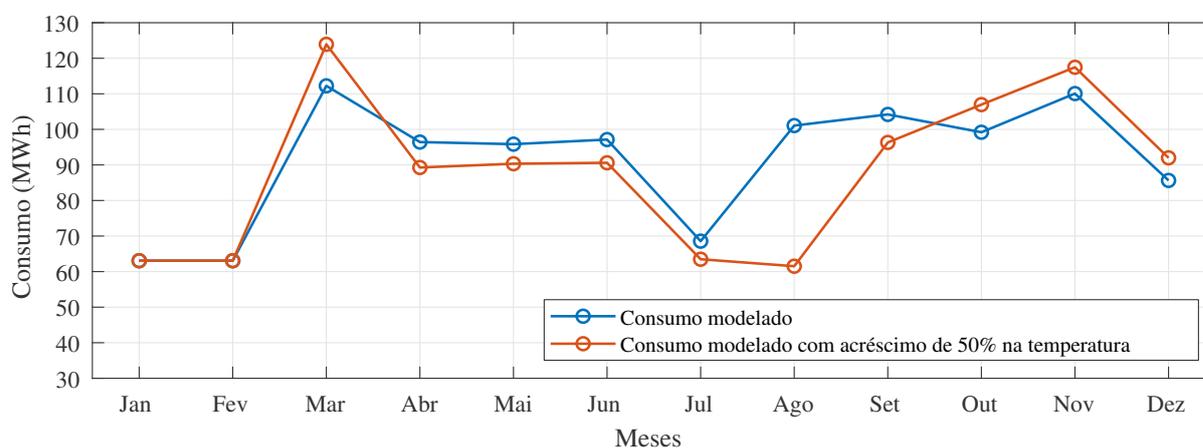
Devido ao resultado do cenário 1, optou-se por realizar uma nova análise englobando uma situação hipotética extrapolando o aumento de temperatura. Com este cenário, será possível verificar qual impacto desta variável independente no consumo final do campus. Para isto foi considerado um aumento de 50% na temperatura, os valores de temperatura utilizados estão representados na tabela 7.

Após a alteração nos valores de temperatura, é necessário calcular os valores de GDA e GDR para ser possível calcular o consumo por meio do modelo apresentado na seção 4.1. Então os valores calculados de GDA e GDR com temperatura extrapolada resultaram no consumo apresentado na figura 13.

Conforme pode-se ver na figura 13, o consumo de energia elétrica do campus

**Tabela 7: Variação de temperatura em situação hipotética de 50% de acréscimo de temperatura.**

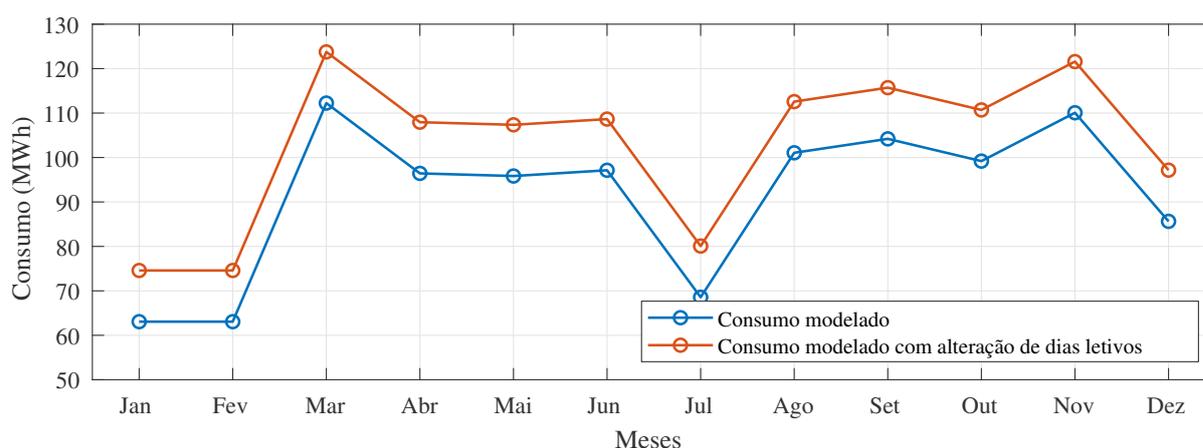
Mês	Temperatura real (°C)	Temperatura alterada(°C)
Janeiro	22,1	33,2
Fevereiro	22,8	34,1
Março	22,1	33,1
Abril	20,4	30,6
Maio	15,9	23,9
Junho	12,9	19,4
Julho	14,6	21,9
Agosto	14,9	22,4
Setembro	18,0	27,0
Outubro	18,2	27,3
Novembro	20,0	29,9
Dezembro	21,6	32,4

**Figura 13: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com acréscimo de 50% na temperatura.****Fonte: Autoria Própria**

não muda muito mesmo com grandes mudanças de temperatura. Isto se deve ao fato de que nos meses de frio, com um acréscimo de temperatura, fará com que a utilização de aparelhos climatizadores de ar diminuía. Já nos meses de verão, este acréscimo de temperatura faria com que o consumo por climatizadores de ar aumentasse, porém nos meses correspondentes ao verão, o campus possui um comportamento diferenciado do resto do ano. Esse comportamento diferente se deve ao fato de que nos meses mais quentes há uma quantidade muito menor de dias letivos e conseqüentemente menor quantidade de usuários, e com isso o aumento na temperatura não possui tanto impacto nestes meses. Neste ponto podemos perceber que é necessário analisar o impacto de dias letivos no consumo do campus, então outro cenário foi proposto, agora variando as quantidades de dias letivos por mês.

### 4.2.3 CENÁRIO 3

O modelo de consumo proposto neste trabalho leva em considerações duas variáveis independentes; de acordo com os cenários 1 e 2 pode-se perceber que a variável temperatura tem um impacto pouco significativo no resultado do consumo. Devido a isto, outro cenário foi proposto, agora variando os valores de dias letivos. Foi considerado uma variação de 5 dias letivos a mais por mês, a figura 14 representa o impacto desta mudança no consumo do campus.



**Figura 14: Consumo modelado de energia elétrica da UTFPR-PB para 2019 com alteração nos dias letivos.**

**Fonte: Aatoria Própria**

Conforme o gráfico da figura 14, nota-se que consumo modelado é diretamente proporcional a quantidade de dias letivos, porém mesmo com um acréscimo nesta variável, o consumo modelado mantém o mesmo comportamento.

Com base em como cada variável impacta no comportamento consumo, calculou-se o percentual de influência de cada variável no resultado do consumo. A variável temperatura representa um impacto de aproximadamente 17% no consumo do campus, refletindo uma parcela pouco significativa. Já o efeito de dias letivos representa aproximadamente 83% do valor do consumo no campus, isto significa que é esta variável que faz com que o modelo obtenha um bom desempenho perante o consumo real.

## 4.3 VALIDAÇÃO DAS AEE

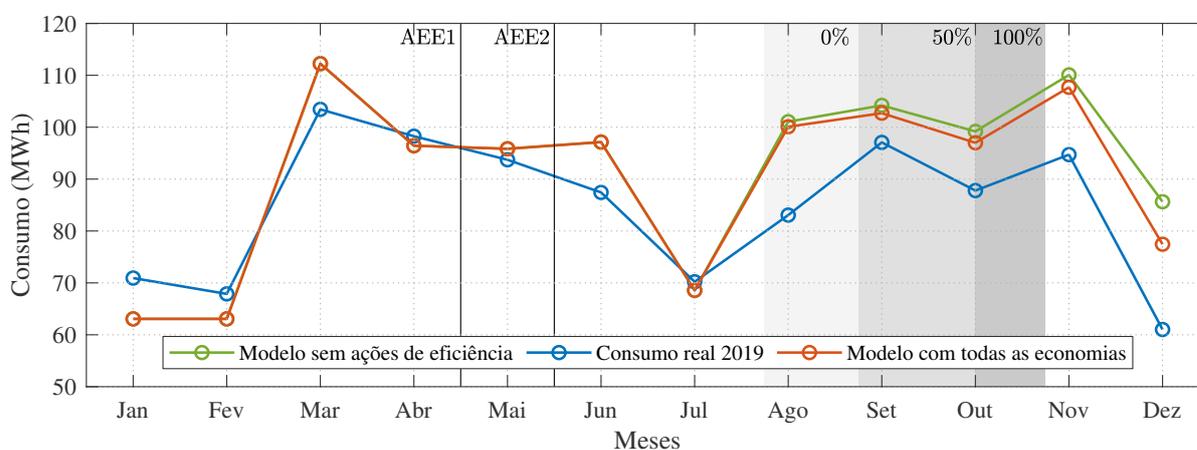
A verificação sobre os resultados da implementação das AEE foi analisada conforme a porcentagem pretendida de economia e considerando o tempo de instalação de cada ação. Então o consumo modelado sofreu alterações a partir dos meses em

que as AEE foram implementadas e com isso foi comparado o consumo real com o consumo modelado considerando os efeitos gerados pelas ações executadas. Com a comparação, é possível comprovar se as AEE obtiveram um impacto significativo no consumo do campus.

Cada ação de eficiência energética foi implementada em uma data e possui o seu impacto individual, devido a isso, fez-se um calendário de atividades, para poder analisar qual AEE teve maiores impactos. As datas das AEE foram:

- 04/2019 - Palestras de sensibilização dos servidores;
- 05/2019 - Palestras de sensibilização dos alunos;
- 08-10/2019 - Substituição das lâmpadas;
- 12/2019 - Instalação da usina fotovoltaica.

O gráfico da figura 15 ilustra o consumo de energia elétrica no ano de 2019 e o período de implementação de cada AEE. Neste gráfico é possível verificar as mudanças no consumo, porém só isto não é o suficiente para avaliar se a redução do consumo foi ocasionada pela aplicação da AEE.



**Figura 15: Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB real e modelado com as datas de implementação das AEE.**

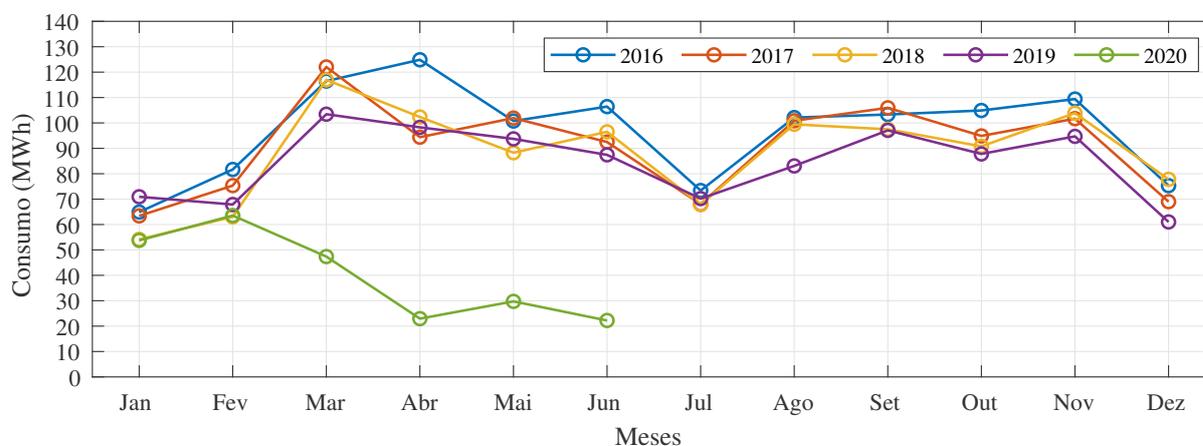
**Fonte: Autoria Própria**

O PEE, juntamente com o SGE, definiu quais AEE seriam implementadas e propôs qual seria o resultado esperado da AEE. De acordo com o UTFPR-PEE (2017), a economia esperada através da substituição das lâmpadas por tecnologia LED era de aproximadamente 237,78MWh/ano. Considerando que o perfil de uso das lâmpadas é contínuo, esperava-se uma economia mensal de, em média, 19,815MWh/mês. O

período de substituição das lâmpadas ocorreu de agosto a outubro, então conforme a figura 15, esta AEE só teria o impacto esperado pelo SGE somente após completar todo o processo de implementação, ou seja a partir de novembro. Com isso, só seria possível verificar este impacto nos meses de novembro e dezembro de 2019.

Porém considerando que 2 meses é uma janela de tempo muito curta, poderia resultar em desvios pontuais que talvez não refletissem o real efeito das AEE, pois poderiam ser tanto positivos quanto negativos. Então aumentando o período de tempo de análise, poderia confirmar se essas mudanças são resultados das AEE. Devido a isto, pretendia-se analisar o impacto das AEE até o mês de junho de 2020, pois assim teriam vários perfis de consumo do campus, tais como: férias, início e fim de semestre, tornando esta análise mais confiável.

Porém em novembro de 2019 surgiu uma doença chamada Covid-19 na China, a qual se espalhou pelo mundo e se tornou uma pandemia. No mês de fevereiro de 2020 esta doença já estava no Brasil e ocasionou uma mudança geral em toda a rotina dos brasileiros. Devido ao Covid-19, na segunda quinzena de março foi instaurada uma quarentena no país, para frear o avanço da contaminação em massa. A UTFPR aderiu a quarentena e suspendeu suas atividades presenciais inicialmente por 15 dias, porém a situação do avanço do Covid-19 não melhorou e com isso foram suspensas novamente as atividades por tempo indeterminado. Durante a quarentena as atividades do campus foram paralisadas, apenas uma pequena quantidade de usuários essenciais tinham acesso ao campus e com isso o perfil de consumo do campus também foi alterado significativamente, isto pode ser visto no gráfico da figura 16



**Figura 16: Consumo de energia elétrica da UTFPR-PB no período de 2016 até 2020.**

**Fonte: Autoria Própria**

No gráfico da figura 16 é possível perceber que o consumo do campus

em 2020 reduziu drasticamente a partir de março, devido a diminuição de usuários e do perfil de consumo alterado. Por causa disto, o modelo não faz mais jus ao consumo real, em razão de não considerar tais variáveis de efeito e também pois o comportamento do consumo de energia do campus foi alterado por motivos maiores e. Então a análise de impacto das AEE foi prejudicada, pois o perfil de consumo mudou muito repentinamente, gerando a suspensão desta análise.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi realizar uma modelagem do consumo energético da UTFPR campus Pato Branco, com base em variáveis independentes para a avaliação do impacto das AEE. Várias etapas foram realizadas para alcançar os objetivos deste estudo.

Para a realização desta modelagem, definiu-se que seria utilizado o método dos quadrados mínimos com duas variáveis, então foi realizado um balanço energético com auxílio do levantamento de cargas, onde foi possível verificar o perfil de consumo do campus. As cargas instaladas no campus com maior impacto no consumo consistem principalmente em iluminação e aparelhos de climatização de ambientes.

Em seguida, após a análise do levantamento de cargas, foi determinado quais variáveis fariam parte deste modelo, e as variáveis escolhidas foram dias letivos e temperatura. Dias letivos foi escolhido porque o consumo do campus está diretamente ligado ao calendário letivo, pois é durante o período de aulas que há uma maior concentração de consumidores frequentando o local. Já temperatura foi escolhida como variável devido a grande quantidade de aparelhos condicionadores de ar no campus.

Porém variável temperatura por si só não impacta no consumo do campus, o que impacta no consumo é a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura confortável. Isto se deve ao fato de que um usuário utiliza o aparelho de ar condicionado por causa do desconforto térmico ocasionado por esta diferença de temperatura ambiente e confortável. Então foi definido valores de temperatura confortável mensal considerando as estações do ano. Em seguida foram manipulados os dados de dias letivos e temperatura para que fosse possível realizar o cálculo do modelo.

Com o modelo proposto, foi necessário verificar o ajuste do modelo antes de dar continuidade ao estudo, e concluiu-se que o modelo realizado neste trabalho possui uma taxa de ajuste de aproximadamente 84%, e considerando que o modelo de consumo proposto não utiliza nenhuma variável que depende de energia elétrica para ocorrer, tal resultado foi avaliado como satisfatório.

Após o modelo ter sido aprovado, foi dada sequência na pesquisa de validação

das AEE propostas pelo SGE. Porém esta parte da análise foi prejudicada pelo fato de que as AEE sugeridas terminaram de ser implantadas ao início do quarto trimestre do ano de 2019. Em seguida também foram realizadas análises para verificar o grau de influencia de cada variavel independente no consumo modelado. Com isto foi calculado que a variável temperatura possui uma influência de aproximadamente 17%, e que a variável dias letivos possui uma porcentagem de influência de aproximadamente 83% no consumo do campus.

Então é possível concluir que este trabalho obteve resultados adequados, já que o modelo de consumo utilizando variáveis independentes que foi proposto condiz com o perfil de consumo real do campus, desconsiderando o ano de 2020.

Uma sugestão de trabalhos futuros seria o refinamento do modelo, buscar formas de reduzir o valor do erro e com isso fazendo com que o consumo modelado se ajuste ainda mais ao consumo real.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Renato Neves D E. **O Método Dos Mínimos Quadrados : Estudo E Aplicações Para O Ensino Médio**. 2015. 66 p.

ANEEL. **Programa de Eficiência Energética - Chamadas Públicas**. 2016. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-/asset\\_publisher/94kK2bHDLPmo/content/chamadas-publicas/656831?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica/-/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/chamadas-publicas/656831?inheritRedirect=false).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 50001: Sistemas de gestão da energia — requisitos com orientações para uso**. [S.l.], 2018. 44 p.

BRASIL. **LEI No 9.991, DE 24 DE JULHO DE 2000**. 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9991.htm).

COPEL. **NTC 905200 - Acesso de micro e minigeração distribuída ao sistema da Copel (com compensação de energia)**. [S.l.], 2018.

COPEL DISTRIBUIÇÃO. **CHAMADA PÚBLICA COPEL 001/2017: Projeto prioritário de eficiência energética e estratégico de p & d**. [S.l.], 2017. 75 p.

CUNHA, Francisco G. M.; CASTRO, Jânio K. S. **Cálculo Numérico: Licenciatura em Matemática**. Fortaleza, CE: [s.n.], 2010. 162 p.

del Pilar Castrillon, R.; Quintero, A. M. The energy planning according to the iso 50001 contribute to the consolidation of a sustainable campus to the universidad autonoma de occidente. In: **2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA)**. [S.l.: s.n.], 2018. p. 1–7.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2019 - Relatório Síntese ano base 2018**. [S.l.], 2019.

EUROPE, SolarPower. **Global Market Outlook for Solar Power 2019-2023**. [S.l.], 2019. 92 p.

FOSSA, Alberto José; SGARBI, Felipe de Albuquerque. Guia para aplicação da norma abnt nbr iso 50001 gestão de energia. **International Copper Association (ICA)**, 2017.

FRANCISQUINI, Aislan Antonio. **Estimação de Curvas de Carga em Pontos de Consumo e em Transformadores de Distribuição**. 2006. 108 p.

FUENTES, André. **Brasil piora em ranking e passa a ser o 6 com a energia mais cara do mundo**. 2017. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/brasil-piora-em-ranking-e-passa-a-ser-o-6-com-a-energia-mais-cara-do-mundo/>.

HUMES, Ana Flora P. de Castro;; MELO, Inês S. Homem;; YOSHIDA, Luiza Kazuko;; MARTINS, Wagner Tunis;. **Nocões de Cálculo Numérico**. [S.l.: s.n.], 1984. 201 p.

JOHNSTON, R. B. Arsenic and the 2030 agenda for sustainable development. **Arsenic Research and Global Sustainability - Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment, AS 2016**, p. 12–14, 2016.

LAWSON, André; PEREIRA, Guilherme; WEISS, Mariana. Horário de verão: uma polêmica histórica. p. 10, 2017.

MARINELLI, Maura Ferreira. **Método de Quadrados Mínimos**. Florianópolis: [s.n.], 2002. 79 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Secretária de Energia Elétrica. **Horário de Verão**. 2021. Disponível em: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfshttp://antigo.mme.gov.br/secretarias/energia-eletrica/destaques-do-setor-de-energia/horario-brasileiro-de-verao>. Acesso em: 01 abr. 2021.

NEWS, ONU. **Até 2024, temperatura global estará pelo menos 1°C acima dos níveis pré-industriais**. 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/07/1719561>.

ROONEY, Anne. **A História da Matemática**. [S.l.]: Makon Books do Brasil Editora, 2012. 2016 p.

SPERANDIO D.; MENDES, J. T.; SILVA L. H. M.; **Cálculo numérico: características matemáticas e computacionais dos métodos numéricos**. [S.l.]: Prentice Hall, 2003. 201 p.

UNEP. **O aumento alarmante da temperatura global**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/o-aumento-alarcante-da-temperatura-global#:~:text=0%20ano%202020%20foi%20de,j%C3%A1%20a%20partir%20de%202024>.

UTFPR. Manual do sistema de gestão de energia da universidade tecnológica federal do paraná campus pato branco. mi, n. Vm, p. 1–20, 2019.

UTFPR-PEE. **PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**: Síntese do projeto. [S.l.], 2017. 31 p.

## **APÊNDICE A**

A tabela 8 mostra um recorte do levantamento de cargas da UTFPR campus Pato Branco, podendo analisar quais informações foram coletadas. Nesta tabela está disposto somente dois blocos, C e D, mas o levantamento de cargas ocorreu no campus inteiro.

**Tabela 8: Recorte do levantamento de cargas da UTFPR campus Pato Branco.**

Bloco	USE (Uso Significativo de Energia)	Local/ Área	Equipamento	Qde	Fabricante	Modelo	Tensão de Alimentação (V)	Tipo de Partida	Potência (W)
C	Iluminação	DEPRO	Lâmpada	20	DSW	led	110	direta	17
	Equipamento de produção ou serviços		Computador	6	LG	E22441PX	110	direta	508
	Equipamento de produção ou serviços		Monitor	11	HP	E2011P-BN	110	direta	127
	Equipamento de produção ou serviços		Impressora	1	Samsung	ProXpress M4080FX	110	direta	889
	Ar condicionado		Ar Condicionado	1	Consul	AirMaster 1200	220	direta	1404
	Ar condicionado		Ar Condicionado	1	TEMPSTA3	antigo	220	direta	1200
	Preparação de alimentos	DESEG	Frigobar	1	Electrolux	REI120	110	direta	114,3
	Iluminação		Lâmpada	22	Intral	LED	110	direta	17
	Equipamento de produção ou serviços		Monitor	11	Philips	V5 223V5LHSB2	110	direta	508
	Equipamento de produção ou serviços		Computador	6	HP	HSTND-2661-Q	110	direta	190,5
	Equipamento de produção ou serviços		Impressora	1	Samsung	ProXpress M4080FX	110	direta	1000
	Ar condicionado		Ar Condicionado	1	Eletrolux	Pequeno	220	direta	1404
	Preparação de alimentos		Frigobar	1	CONSUL	HSTND-9131-G	110	direta	130
	Iluminação		Corredor externo	Lâmpada	11	Golden	Ultraled	110	direta

Bloco	USE (Uso Significativo de Energia)	Local/ Área	Equipamento	Qde	Fabricante	Modelo	Tensão de Alimentação (V)	Tipo de Partida	Potência (W)
C	Iluminação	Banheiros	Lâmpada	2	Illum	Led Bulbo	110	direta	8,5
			Lâmpada	15	Intral	LED	110	direta	17
			Lâmpada	3	Intral	LED	110	direta	8,5
	Resfriamento	Copa	Geladeira	1	Gelopar	GTPC-575	110	direta	286
	Aquecimento		Cafeteira	1	Datrau	CA50T230	220	direta	6000
	Aquecimento		Chuveiro	1	Lorenzetti	Maxi Ducha	220	direta	5500
	Aquecimento		Forno	1	Fisher	Grill	220	direta	1750
	Resfriamento		Freezer	1	Consul	44L-1323/5697 CHA31CBANA	110	direta	124
	Equipamento de produção ou serviços		Ventilador	3	TRON	51.01-0695	110	direta	140
	Equipamento de produção ou serviços		Radio	1	Philco	Boombbox PB126BR	110	direta	20
	Resfriamento	Garagem	Filtro de agua	1	Solft Plus	Everest	110	direta	100
	Aquecimento		Aquecedor de água	1	Intecsol	Quentuxa	220	direta	1500
	Resfriamento		Filtro de agua	1	Solft Plus	Everest	110	direta	100
	Iluminação		Lâmpada	11	Intral	LED	110	direta	17
	Iluminação		Lâmpada	24	Intral	LED	110	direta	17
	Resfriamento		Refrigerador	2	Frilux	RF022	220	direta	660
	Preparação de alimentos		Microondas	1	Brastemp	antigo	110	direta	1400
	Preparação de alimentos		Aquecedor	1	Gelopar	80296.06.1	110	direta	744
	Aquecimento		Aquecedor	1	Mc Marchesoni	M-102	220	direta	2000
	Aquecimento		Forno	1	fisher	TurboFast	220	direta	1000
	Preparação de alimentos	Chapa	1	Metalurgica Venancio	2E+14	220	direta	1550	
	Equipamento de produção ou serviços	Computador	2	HP	HSTND-9131-G	110	direta	100	
	Preparação de alimentos	Cafeteira	1	Nescafé	Alegria A860	220	direta	1600	
	Resfriamento	Refrigerador	1	Imbera	VRS16 BMAD R2	110	direta	280	
	Preparação de alimentos	Laminador de massas	1	Anodilar	316	110	direta	190	

Bloco	USE (Uso Significativo de Energia)	Local/ Área	Equipamento	Qde	Fabricante	Modelo	Tensão de Alimentação (V)	Tipo de Partida	Potência (W)	
C	Resfriamento	Cantina	Freezer	1	Consul	CHA31CBANA	110	direta	124	
	Resfriamento		Refrigerador	1	Frilux	RF-066	220	direta	660	
	Preparação de alimentos		Liquidificador industrial	1	Skymesen	Ls-04MB-N	220	direta	665	
	Preparação de alimentos			1	Mondial	Power NL-26	110	direta	500	
D	Iluminação	Depósito Patrimônio/ Patrimônio	Lâmpada	20	empalux	FT40416	110	direta	40	
	Iluminação		Lâmpada	16	empalux	FT32216	110	direta	32	
	Iluminação		Lâmpada	4	empalux	FT40416	110	direta	40	
	Iluminação		Lâmpada	4	empalux	FT32216	110	direta	32	
	Preparação de alimentos	Refeitório	Microondas	3	Electrolux	MEF41	110	direta	4500	
	Preparação de alimentos		Geladeira	1	Electrolux	RDE33	110	direta	1000	
	Equipamento de produção ou serviços		TV	1	Cineral	TS2977	110	direta	105	
	Preparação de alimentos	Almoxarifado	Fogão	1	Alinas	FRJAS	110	direta	100	
	Iluminação		Lâmpada	36	Golden	3602	110	direta	40	
	Equipamento de produção ou serviços		Computador	4	HP	#REF!	110	direta	100	
	Equipamento de produção ou serviços		Impressora	1	Samsung	ProXpress M4080FX	110	direta	1000	
	Equipamento de produção ou serviços		Ventilador	4	Tron	0	110	direta	150	
	Ar condicionado		Ar Condicionado	1	Elgin	HEQ112B21A	220	direta	4212	
	Iluminação		Banheiro Masc	Lâmpada	8	empalux	FT32216	110	direta	32
	Limpeza manutenção			Lâmpada	2	Lorenzetti	Maniducha Ultra	220	direta	11000
	Iluminação		Banheiro Fem	Lâmpada	4	empalux	FT40416	110	direta	40
	Iluminação			Lâmpada	2	empalux	FT32216	110	direta	32
	Limpeza manutenção	Sala terceirizados	Chuveiro	2	Lorenzetti	Maniducha Ultra	220	direta	11000	
Iluminação	Lâmpada		2	Golden	3602	110	direta	32		
Iluminação	Depósito terceirizados	Lâmpada	8	Golden	3602	110	direta	32		