

Murilo da Cunha Paz

**Função Afim: uma proposta de atividade sobre  
a conta de luz utilizando a Modelagem  
Matemática**

Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Março, 2022

Murilo da Cunha Paz

## **Função Afim: uma proposta de atividade sobre a conta de luz utilizando a Modelagem Matemática**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido por Murilo da Cunha Paz como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado, pelo Curso de Matemática Licenciatura junto ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande.

Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Instituto de Matemática, Estatística e Física - IMEF

Curso de Matemática Licenciatura

Orientador: Profa. Dra. Cinthya Maria Schneider Meneghetti

Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Março, 2022

Murilo da Cunha Paz

## **Função Afim: uma proposta de atividade sobre a conta de luz utilizando a Modelagem Matemática**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido por Murilo da Cunha Paz como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado, pelo Curso de Matemática Licenciatura junto ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande.

Trabalho aprovado (a Ata de Defesa assinada pela banca encontra-se anexada no final deste arquivo).

---

**Profa. Dra. Cinthya Maria Schneider  
Meneghetti**  
(Orientadora - FURG)

---

**Profa. Dra. Daiane Silva de Freitas**  
(FURG)

---

**Prof. Dr. Adilson da Silva Nunes**  
(FURG)

Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil  
Março, 2022

# Resumo

Este trabalho apresenta a pesquisa e proposta de atividade para o Trabalho de Conclusão de Curso de Matemática Licenciatura que visa responder a seguinte pergunta: quais são os vilões da conta de luz? Desse modo, o objetivo geral desse trabalho é, por meio do desenvolvimento das etapas que contemplam a metodologia de ensino conhecida como Modelagem Matemática, estudar o conteúdo de Função Afim relacionando-o com a conta de luz residencial. O trabalho consiste de uma proposta de atividade para ser aplicada em turmas do primeiro ano do Ensino Médio. Esperamos que essa atividade possa promover um aprendizado significativo para o estudante e desenvolver seu pensamento crítico, formando cidadãos mais conscientes em relação ao consumo de energia.

**Palavras-chaves:** Função Afim; Conta de luz; Modelagem Matemática.

# Sumário

|            |                              |           |
|------------|------------------------------|-----------|
|            | <b>Introdução</b>            | <b>6</b>  |
| <b>1</b>   | <b>OBJETIVOS</b>             | <b>8</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Objetivo Geral</b>        | <b>8</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>Objetivos Específicos</b> | <b>8</b>  |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> | <b>10</b> |
| <b>3</b>   | <b>METODOLOGIA</b>           | <b>16</b> |
| <b>4</b>   | <b>PROPOSTA DE ATIVIDADE</b> | <b>17</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Etapa 1</b>               | <b>17</b> |
| 4.1.1      | Objetivos                    | 17        |
| 4.1.1.1    | Objetivo Geral               | 17        |
| 4.1.1.2    | Objetivos Específicos        | 17        |
| 4.1.2      | Público Alvo                 | 18        |
| 4.1.3      | Local de Realização          | 18        |
| 4.1.4      | Tempo Estimado               | 18        |
| 4.1.5      | Material Necessário          | 18        |
| 4.1.6      | Pré-Requisitos               | 18        |
| 4.1.7      | Forma de Avaliação           | 18        |
| 4.1.8      | Desenvolvimento da Etapa 1   | 19        |
| <b>4.2</b> | <b>Etapa 2</b>               | <b>23</b> |
| 4.2.1      | Objetivos                    | 23        |
| 4.2.1.1    | Objetivos Geral              | 24        |
| 4.2.1.2    | Objetivos Específicos        | 24        |
| 4.2.2      | Público Alvo                 | 24        |
| 4.2.3      | Local de Realização          | 24        |
| 4.2.4      | Tempo Estimado               | 25        |
| 4.2.5      | Material Necessário          | 25        |
| 4.2.6      | Pré-Requisitos               | 25        |
| 4.2.7      | Forma de Avaliação           | 25        |
| 4.2.8      | Desenvolvimento da Etapa 2   | 25        |
| <b>4.3</b> | <b>Etapa 3</b>               | <b>27</b> |
| 4.3.1      | Objetivos                    | 27        |
| 4.3.1.1    | Objetivos Geral              | 28        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.3.1.2    | Objetivos Específicos . . . . .                 | 28        |
| 4.3.2      | Público Alvo . . . . .                          | 28        |
| 4.3.3      | Local de Realização . . . . .                   | 28        |
| 4.3.4      | Tempo Estimado . . . . .                        | 28        |
| 4.3.5      | Material Necessário . . . . .                   | 28        |
| 4.3.6      | Pré-Requisitos . . . . .                        | 29        |
| 4.3.7      | Forma de Avaliação . . . . .                    | 29        |
| 4.3.8      | Desenvolvimento da Etapa 3 . . . . .            | 29        |
| <b>4.4</b> | <b>Etapa 4 . . . . .</b>                        | <b>32</b> |
| 4.4.1      | Objetivos . . . . .                             | 32        |
| 4.4.1.1    | Objetivos Geral . . . . .                       | 32        |
| 4.4.1.2    | Objetivos Específicos . . . . .                 | 32        |
| 4.4.2      | Público Alvo . . . . .                          | 32        |
| 4.4.3      | Local de Realização . . . . .                   | 32        |
| 4.4.4      | Tempo Estimado . . . . .                        | 33        |
| 4.4.5      | Material Necessário . . . . .                   | 33        |
| 4.4.6      | Pré-Requisitos . . . . .                        | 33        |
| 4.4.7      | Forma de Avaliação . . . . .                    | 33        |
| 4.4.8      | Desenvolvimento da Etapa 4 . . . . .            | 33        |
| <b>5</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>           | <b>36</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>                    | <b>38</b> |
|            | <b>APÊNDICES . . . . .</b>                      | <b>40</b> |
|            | <b>APÊNDICE A – MATERIAL DO ALUNO . . . . .</b> | <b>41</b> |
| <b>A.1</b> | <b>Etapa 1 . . . . .</b>                        | <b>41</b> |
| <b>A.2</b> | <b>Etapa 2 . . . . .</b>                        | <b>42</b> |
| <b>A.3</b> | <b>Etapa 3 . . . . .</b>                        | <b>42</b> |
| <b>A.4</b> | <b>Etapa 4 . . . . .</b>                        | <b>42</b> |

# Introdução

Esta pesquisa foi desenvolvida a fim de elaborar o trabalho de conclusão do curso de Matemática Licenciatura, que pretende auxiliar estudantes do Ensino Médio a compreender quais são os vilões da conta de energia elétrica residencial. É explorado o conteúdo de Função Afim, estudado no primeiro ano do Ensino Médio. Para desenvolver uma proposta de atividade, vamos utilizar a Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem para relacionar a Função Afim com a conta de energia elétrica.

No momento em que o docente utiliza uma metodologia diferente da qual os educandos estão acostumados, é possível perceber um interesse maior por partes dos estudantes, que acabam mais entusiasmados com a nova proposta. Conforme Mora (2013), "A curiosidade, o que é diferente e se destaca no entorno, desperta a emoção. E, com a emoção, se abrem as janelas da atenção, foco necessário para a construção do conhecimento" (MORAN, 2017 apud MORA, 2013).

Nessa virtude, acreditamos que, ao usar a conta de energia elétrica (que chamaremos de conta de luz) para estudar um conteúdo que está previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017a), o aluno será instigado a pensar sobre algo já existente em seu dia a dia, além de, exercitar as propriedades e manipulações algébricas que precisam ser desenvolvidas de acordo com o documento. Assim, o aluno pode desenvolver uma concepção dinâmica em relação ao conceito que está sendo ensinado, permitindo uma percepção mais completa do conteúdo por meio de uma metodologia de ensino e aprendizagem diferenciada.

Desta forma, como a proposta possui uma característica exploratória, foi realizada uma revisão bibliográfica no Capítulo 2 sobre assunto escolhido. Mais precisamente, com livros que tratam de conteúdos ensinados no 7º ano do Ensino Fundamental (pois os estudantes precisam dispor um conhecimento prévio de equações) como Dante (2015) e livros que abordam o tema de Função Afim como Dante (2016) e Paiva (2005), a fim de verificar diferentes formas de lecionar este conteúdo. Finalmente, pesquisamos sobre a Modelagem Matemática (Capítulo 3), como descrito por Burak (1992), a fim de conhecer a metodologia e posteriormente escrever a proposta de atividade que contemple as etapas da metodologia.

O distanciamento social é algo presente há mais de um ano em todo mundo, devido a pandemia do Covid-19. Com isso, os professores tiveram que reinventar o seu modo de ministrar aulas. Pensando nisso, será proposta uma atividade, descrita no Capítulo 4, para ser aplicada de forma remota. A atividade será dividida em quatro momentos que deverão contemplar todas as etapas da Modelagem Matemática. Desse modo, em cada um dos momentos existem objetivos gerais e específicos, os quais variam de uma para outra: por exemplo, o primeiro possui o intuito de apresentar o tema "os vilões da conta de luz"

e a ideia de como estimar uma conta de luz residencial, enquanto no segundo o objetivo é construir o gráfico da Função Afim que representa o valor da tarifa paga em função dos dias de utilização do aparelho escolhido na etapa anterior. É importante notar que é necessário realizar cada momento em ordem, isto é, eles possuem pré-requisitos. Assim, no terceiro momento trouxemos o próximo objetivo que é montar gráficos relacionando cada bandeira da conta de luz, a partir de cinco aparelhos escolhidos pelos estudantes e, por fim, o objetivo do quarto momento é estimar o consumo de energia elétrica da uma residência.

Dessa forma, pode-se perceber que junto com a Modelagem Matemática, uma discussão sobre a conta de luz é algo que está presente na sociedade e se for utilizada de forma correta conseguimos potencializar os conhecimentos dos educandos, pois os mesmos notarão que a matemática se encontra vigente em sua vida como cidadão. Uma versão para impressão da proposta de atividade (Material do Aluno) está disponível no Apêndice.

# 1 Objetivos

Nesse capítulo apresentamos os objetivos do Trabalho de Conclusão de Curso. Utilizando a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino, iremos estudar os vilões na conta de luz residencial, isto é, quais são os aparelhos eletrônicos que estão contribuindo para que seja cobrado o valor determinado na conta. Para isso, vamos relacionar o tema acima com o conteúdo de Função Afim ou Função Polinomial de Primeiro Grau.

## 1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral dessa proposta é, por meio da Modelagem Matemática, estudar o conteúdo de Função Afim relacionando-o com a conta de luz residencial.

## 1.2 Objetivos Específicos

Neste trabalho, a Modelagem Matemática atua como uma alternativa de construção da prática pedagógica para o ensino e aprendizagem de Função Afim. Esse conteúdo faz parte da disciplina de Matemática no Ensino Médio e está presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017a). Para realizar esta prática pedagógica são apresentados os objetivos específicos, pois eles auxiliaram no desenvolvimento da atividade. Nesta proposta pretendemos:

- pesquisar sobre o sistema de bandeiras utilizado para taxar uma conta de luz residencial;
- conhecer as taxas e impostos cobrados a cada bandeira presente na conta de luz;
- estimar quanto um determinado aparelho eletrônico consome em watts e estimar por quanto tempo ele é utilizado em cada residência;
- estudar o conteúdo de Função Afim;
- coletar dados sobre consumo de energia de aparelhos eletrônicos;
- montar tabelas com os dados obtidos;
- determinar a lei da função e o gráfico a partir dos dados obtidos e tabelados que representam o consumo de energia elétrica aproximado de uma residência;
- promover a reflexão sobre o consumo consciente de energia elétrica.

Na BNCC (BRASIL, 2017a), o conteúdo de Função Afim se encontra no primeiro ano do Ensino Médio, sendo parte da unidade temática de Números e Álgebra. Mais precisamente, as habilidades correspondentes que serão desenvolvidas são:

- (EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais;
- (EM13MAT404) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

A Modelagem Matemática estará presente na elaboração do modelo e resolução do problema que o estudante precisará compreender e resolver por meio dos conhecimentos do conteúdo de Função Afim, da forma como é recomendado na BNCC (BRASIL, 2017a).

## 2 Revisão Bibliográfica

Para Bassanezi (2002),

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações de realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. A modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com aproximações da realidade, ou seja, que estamos elaborando sobre representações de um sistema ou parte dele (BASSANEZI, 2002, p.24).

A fim de investigar se a Modelagem Matemática é apresentada em alguns livros do Ensino Fundamental e Médio, nesse capítulo apresentamos alguns autores que propõe possibilidades para o ensino de Equação do Primeiro Grau (pré-requisito) e para o conteúdo de Função Afim.

Cada professor possui seus próprios métodos de ensino, os quais vai aperfeiçoando ao longo de sua prática. No livro do Projeto Teláris, Dante (2015) é um professor autor (Figura 1). Nesta obra, o autor apresenta a Modelagem Matemática como possibilidade de metodologia de ensino para as aulas de matemática. Ele aborda o conteúdo de Equações do Primeiro Grau utilizando uma situação problema para captar a atenção e despertar o interesse do aluno por este tema. Esse conteúdo é requisito fundamental para a compreensão e estudo da Função Afim.

Figura 1 – Capa do Livro



Fonte: (DANTE, 2015).

Dante (2015) apresenta duas situações problemas, onde delas surgem a Equação do Primeiro Grau, representada pela fórmula  $ax + b = c$  onde  $a, b$  e  $c$  são números reais e  $x$  é a incógnita. Ele mostra que a matemática pode aparecer na vida dos estudantes a qualquer instante, como podemos ver na Figura 2.

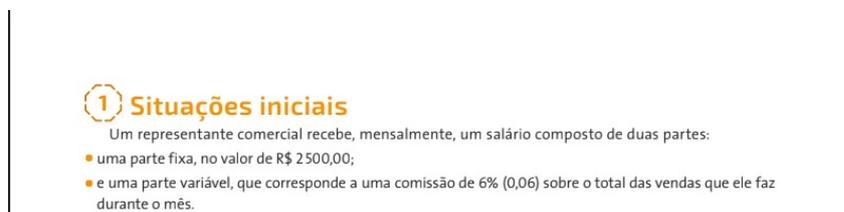
Figura 2 – Situações problema



Fonte: (DANTE, 2015, p.116)

No livro Matemática Contexto e Aplicações (DANTE, 2016), o autor traz uma situação problema mais elaborada envolvendo o comércio, que possui o intuito de introduzir o conteúdo de Função Afim. O professor autor mantém a Resolução de Problemas como metodologia auxiliar para ensinar matemática, embora sejam situações mais elaboradas. Veja a Figura 3.

Figura 3 – Apresentação do conteúdo de Função Afim



Fonte: (DANTE, 2016, p.74).

Desta forma, percebemos que o autor eleva o nível de entendimento dos acontecimentos presentes no cotidiano na medida em que os estudantes possuem um grau de aprendizagem maior, ou seja, quanto mais avançados os alunos estiverem, mais sofisticado serão os exemplos de introdução para a matéria.

Segundo Bassanezi (2002) o objetivo fundamental do uso da matemática é de fato extrair a parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um contexto abstrato

onde o pensamento possa ser absorvido com uma extraordinária economia de linguagem. Portanto, pode-se dizer que, se a Modelagem Matemática estiver conectada junto com disciplina de Matemática, o docente poderá explorar tudo que precisa para o ensino-aprendizagem com a participação dos alunos. Esse pensamento é também trazido por Paulo Freire "Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos apesar das diferenças que os conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro"(DAHER, 2017 apud FREIRE, 1996, p.4).

Assim, o autor complementa o pensamento de Bassanezi, ressaltando que o papel dos docentes e dos estudantes é de extrema importância para que a prática pedagógica consiga atingir seu objetivo. Na mesma virtude, Freire mostra que o processo de ensino e aprendizagem não é algo unilateral, mas sim que docência e discência ocorrem juntos.

Diferente de Dante (2015), os autores Youssef, Pachi e Hesses (2015) desenvolvem o conteúdo de Equações do Primeiro Grau, partindo de um exemplo que possui uma linguagem natural (não recorrendo a uma situação problema) tendo como seu objetivo escrever a linguagem algébrica do mesmo (veja a Figura 4). Antes de chegar neste tema, Youssef, Pachi e Hesses (2015) ensinaram Monômios e Polinômios, onde ambos englobam diversas propriedades matemáticas que poderão trazer uma facilidade na hora de usar manipulações algébricas, que fazem parte desse conteúdo.

Figura 4 – Apresentação do conteúdo de Equações do Primeiro Grau.

Veja como fazemos isso para um problema escrito de duas formas distintas: na linguagem natural e a linguagem algébrica.

**Linguagem natural:**

Qual é o número que somado ao seu antecessor resulta 99?

**Linguagem algébrica:**

$$\left. \begin{array}{l} \text{número} \rightarrow x \\ \text{antecessor} \rightarrow x - 1 \end{array} \right\} \rightarrow x + x - 1 = 99$$

A partir de agora vamos começar a resolver equações utilizando processos algébricos. Precisamos saber quais são os métodos mais eficientes para fazer isso e em que condições devemos utilizar as propriedades das operações com expressões algébricas que estudamos.

159

Fonte: (YOUSSEF; PACHI; HESSES, 2015, p.159).

Com relação à Paiva (2005) em seu volume único, é possível observar que o conteúdo de Função Polinomial do 1º grau ou Função Afim é apresentado diferente da obra Dante (2016). O autor, introduz a matéria através de dois gráficos, onde eles são obtidos por um exemplo que envolve a quantidade de litros de uma piscina.

Na Figura 5 possuímos uma questão do Exame Nacional de Desempenho dos

Estudantes (ENADE) (BRASIL, 2017b). A partir dessa questão, surgiu uma inspiração para o presente trabalho. Com a atividade que será proposta, conseguiremos resolver questões desse formato, explorando o conteúdo de Função Afim. Também destacamos que a conta de luz é um tema em constante discussão e bastante atual em nosso país e possui potencial ser explorada com o uso da Modelagem Matemática.

Figura 5 – Questão 3




**QUESTÃO 03**

O sistema de tarificação de energia elétrica funciona com base em três bandeiras. Na bandeira verde, as condições de geração de energia são favoráveis e a tarifa não sofre acréscimo. Na bandeira amarela, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,020 para cada kWh consumido, e na bandeira vermelha, condição de maior custo de geração de energia, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,035 para cada kWh consumido. Assim, para saber o quanto se gasta com o consumo de energia de cada aparelho, basta multiplicar o consumo em kWh do aparelho pela tarifa em questão.

Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 17 jul. 2017 (adaptado).

Na tabela a seguir, são apresentadas a potência e o tempo de uso diário de alguns aparelhos eletroeletrônicos usuais em residências.

| Aparelho                             | Potência (kW) | Tempo de uso diário (h) | kWh   |
|--------------------------------------|---------------|-------------------------|-------|
| Carregador de celular                | 0,010         | 24                      | 0,240 |
| Chuveiro 3 500 W                     | 3,500         | 0,5                     | 1,750 |
| Chuveiro 5 500 W                     | 5,500         | 0,5                     | 2,250 |
| Lâmpada de LED                       | 0,008         | 5                       | 0,040 |
| Lâmpada fluorescente                 | 0,015         | 5                       | 0,075 |
| Lâmpada incandescente                | 0,060         | 5                       | 0,300 |
| Modem de internet em <i>stand-by</i> | 0,005         | 24                      | 0,120 |
| Modem de internet em uso             | 0,012         | 8                       | 0,096 |

Disponível em: <<https://www.educandoseubolso.blog.br>>. Acesso em: 17 jul. 2017 (adaptado).

Considerando as informações do texto, os dados apresentados na tabela, uma tarifa de R\$ 0,50 por kWh em bandeira verde e um mês de 30 dias, avalie as afirmações a seguir.

- I. Em bandeira amarela, o valor mensal da tarifa de energia elétrica para um chuveiro de 3 500 W seria de R\$ 1,05, e de R\$ 1,65, para um chuveiro de 5 500 W.
- II. Deixar um carregador de celular e um *modem* de internet em *stand-by* conectados na rede de energia durante 24 horas representa um gasto mensal de R\$ 5,40 na tarifa de energia elétrica em bandeira verde, e de R\$ 5,78, em bandeira amarela.
- III. Em bandeira verde, o consumidor gastaria mensalmente R\$ 3,90 a mais na tarifa de energia elétrica em relação a cada lâmpada incandescente usada no lugar de uma lâmpada LED.

É correto o que se afirma em

- A II, apenas.
- B III, apenas.
- C I e II, apenas.
- D I e III, apenas.
- E I, II e III.

MATEMÁTICA
7

Fonte: (BRASIL, 2017b)

Foi possível perceber que a Resolução de Problemas é uma metodologia presente na bibliografia consultada. Não desejamos explorar a relação estreita da Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática. Cabe observar que as duas metodologias caminham juntas, sendo a Resolução de Problemas exploradas em diversos trabalhos. Por

exemplo, as autoras Zuffi e Onuchic (2007) em seu trabalho fazem um apanhado histórico e ilustram uma experiência de ensino com essa metodologia no Ensino Médio.

Com relação à modelagem Matemática, que é a metodologia que desejamos nos aprofundar e utilizar, o autor Bassanezi (2002), que explica que existem dois tipos de modelos matemáticos, o Modelo Objeto e o Modelo Teórico.

- **Modelo Objeto** é a representação de um objeto ou fato concreto. Suas características predominantes são a estabilidade e a homogeneidade das variáveis. Tal representação pode ser pictórica (um desenho, um esquema compartimental, um mapa, etc.), conceitual (fórmula matemática), ou simbólica. A representação por estes modelos é sempre parcial deixando escapar variações individuais e pormenores do fenômeno ou do objeto modelado.

Exemplos: um modelo epidemiológico (sistema de equações diferenciais) que considera o grupo de infectados como sendo homogêneo onde todos os seus elementos têm as mesmas propriedades é um exemplo de um modelo objeto; um desenho para representar o alvéolo usado pelas abelhas é também um modelo deste tipo.

- **Modelo Teórico** é aquele vinculado a uma teoria geral existente - será sempre construído em torno de um modelo objeto com um código de interpretação. Ele deve conter as mesmas características que o sistema real, isto é, deve representar as mesmas variáveis essenciais existentes no fenômeno e suas relações são obtidas através de hipóteses (abstrata) ou experimentos (reais).

Dessa forma, é possível perceber pela bibliografia consultada que no Ensino Básico, a Modelagem Matemática costuma se apresentar por meio do Modelo Objeto, pois em geral utilizam figuras e símbolos para introduzir o conteúdo. Ela visa contextualizar os conteúdos para tornar o ensino ainda mais interessante.

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões (BURAK, 1992 apud PARANÁ, 2016, p.05).

Segundo Burak (1992), são cinco etapas que compreendem o desenvolvimento da Modelagem Matemática. Elas são desenvolvidas a partir do interesse dos alunos. A escolha do Tema também pode ser apresentada pelo professor. São elas:

1. Escolha do tema.

Pode ser apresentado pelo professor ou pelos alunos;

2. Pesquisa exploratória.

Trata da busca de subsídios ou informações teóricas sobre o assunto que será trabalhado;

3. Levantamento de problemas.

Visa incentivar os alunos a elaborar problemas simples, conjecturar sobre como aplicar os conhecimentos matemáticos com a ajuda do professor;

4. Desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema.

A ideia é ensinar o conteúdo para atender às necessidades da pesquisa. A formalização vem depois (caminho inverso do que ocorre normalmente);

5. Análise crítica das soluções.

Busca verificar se os resultados obtidos são viáveis, refletir se podem ser melhorados, formando cidadãos conscientes.

A partir da exploração dessas etapas, pretendemos construir uma proposta de atividade envolvendo o conteúdo de Função Afim e a conta de luz como auxiliar para melhor compreensão dos estudantes.

## 3 Metodologia

O presente trabalho pretende investigar e propor uma possibilidade de aplicação da Modelagem Matemática no ensino do conteúdo de Função Afim. Essa proposta surgiu a partir da curiosidade sobre essa metodologia e seu desenvolvimento.

A proposta de atividade será dividida em quatro momentos, a fim de que sejam contempladas as etapas da Modelagem Matemática apresentadas na seção anterior e terá como tema: os vilões na conta de luz, com o objetivo de estudar o conteúdo de Função Afim, presente na unidade temática de Números e Álgebra segundo a BNCC (BRASIL, 2017a).

Em consequência do assunto escolhido para o desenvolvimento da presente proposta, foi realizada uma revisão bibliográfica com objetivo de compreender melhor como alguns autores apresentam os conteúdos de Equações do 1º grau (pré-requisito para os estudos de Funções Afim) e Função Polinomial do 1º grau ou Função Afim (estudada no 1ª do Ensino Médio). Além disso, uma pesquisa sobre a metodologia da Modelagem Matemática para construção da proposta de acordo com suas etapas.

A proposta que foi desenvolvida tem como público alvo alunos que estejam cursando o primeiro ano do Ensino Médio ou que desejam revisar o conteúdo de Função Afim. Para essa proposta, não será aplicado questionário prévio para sondar os conhecimentos dos alunos. Tal proposta consiste de uma sequência didática na qual será utilizada a Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem. Logo, ela será dividida em quatro momentos, onde cada momento é pré-requisito para o próximo.

Estimamos que serão necessários cerca de sete aulas de 50 minutos cada, podendo ser necessário mais encontros com os estudantes. Toda a atividade está descrita para uma possível aplicação no Ensino Remoto Emergencial (ERE), por conta da pandemia causada pelo Covid-19. Ela também poderá ser aplicada (com algumas adaptações) no Ensino Presencial. No próximo capítulo, apresentamos as atividades e sua resolução. Uma versão para impressão (material do aluno) está disponível no Apêndice desse texto.

## 4 Proposta de Atividade

Nesse capítulo estão descritas as quatro etapas da atividade proposta.

### 4.1 Etapa 1

Essa etapa corresponde a escolha/determinação do tema e da pesquisa exploratória, que são partes do desenvolvimento da metodologia escolhida que é a modelagem matemática.

#### 4.1.1 Objetivos

Os objetivos da Etapa 1 estão descritos a seguir.

##### 4.1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar o tema "os vilões da conta de luz" e discutir a ideia de como estimar uma conta de luz residencial.

##### 4.1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar o que é QUILOWATT-HORA (kWh);
- Pesquisar o valor de cada QUILOWATT-HORA (kWh) na conta de luz;
- Definir qual o valor de tarifa por kWh será utilizado pela turma nas atividades;
- Pesquisar o valor do acréscimo na conta de luz conforme as bandeiras da conta de luz: Verde, Amarela, Vermelha P1, Vermelha P2 e Preta (Escassez Hídrica);
- Estudar a conta de luz para entender suas características e como é calculado o valor final;
- Estudar o consumo de um aparelho eletrônico que é utilizado pelo estudante em sua residência;
- Calcular quantas horas por mês o aparelho utilizado fica ligado na tomada;
- Calcular o consumo mensal do aparelho escolhido de acordo com a tarifa definida;
- Construir uma tabela com os dados obtidos.

### 4.1.2 Público Alvo

Estudantes do Ensino Médio, preferencialmente que estejam cursando o 1º ano.

### 4.1.3 Local de Realização

Como estamos vivenciando uma pandemia causada pela COVID-19, neste momento a Etapa 1 será realizada na sala virtual.

Observação: Caso sejam retomadas as atividades presenciais, as etapas poderão ser realizadas na sala de aula presencial. Portanto, esta atividade pode ser adaptada e aplicada em diferentes modalidades de ensino.

### 4.1.4 Tempo Estimado

Na primeira etapa, utilizaremos um encontro de 50 minutos.

### 4.1.5 Material Necessário

- Acesso às informações sobre consumo energético de um aparelho eletrônico;

O acesso às informações, ocorre preferencialmente pela internet (inclusive se a atividade for aplicada de forma presencial);

- Uma conta de luz referente aos últimos três meses do corrente ano;
- Lápis e borracha;
- Folha de Ofício;
- Régua.

### 4.1.6 Pré-Requisitos

O conteúdo de Equações do 1º grau, estudado usualmente no 7º ano do Ensino Fundamental e conteúdo de regra de três, estudado no 6º ano do Ensino Fundamental.

### 4.1.7 Forma de Avaliação

Se a atividade for desenvolvida de forma remota, é preciso enviar um anexo em PDF, para e-mail do professor. Neste documento deve constar alguns detalhes da pesquisa realizada: aparelho utilizado e tabela contendo os seguintes dados: número de dias avaliados, quantidade de horas que o aparelho escolhido fica ligado por dia, Consumo em kWh do aparelho e Valor Pago de acordo com a tarifa. Uma possibilidade de preenchimento da tabela é mostrado no exemplo da Seção 4.1.8.

### 4.1.8 Desenvolvimento da Etapa 1

Primeiramente, os estudantes realizarão uma pesquisa na internet com a finalidade de responder as questões:

1. O que é QUILOWATT-HORA (kWh)?

Um kWh é uma medida de energia elétrica que indica qual é a energia consumida por um determinado aparelho em um certo período. Na Figura 6, temos uma definição:

Figura 6 – Definição de kWh

A unidade kWh vem da relação da energia elétrica com a potência:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Assim,

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

Onde:  
 P: potência elétrica  
 $\Delta E$ : energia transformada (consumida)  
 $\Delta t$ : intervalo de tempo

Define-se, então, o kWh como sendo a quantidade de energia transformada por um aparelho de potência de 1 000 W (1 kW) funcionando durante 1 hora.

A equivalência do kWh com o J (joule) vem da relação:

$$1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ W} \cdot 3\,600 \text{ s} = 3\,600\,000 \text{ J}$$

Pelo fato de o tempo de uso de aparelhos elétricos ser medido em horas, é mais fácil calcular o consumo mensal de energia elétrica em kWh do que em J.

Fonte: Usberco et al. (2018, p.186).

2. Qual é o valor cobrado em média por 1 KWh na conta de luz residencial na sua cidade?

A tarifa apresenta um custo médio de R\$0,7977 centavos por kWh para o consumidor residencial na cidade de Pelotas, em agosto de 2021.

3. Quais são os tipos de bandeira e quanto é o acréscimo correspondente a cada bandeira na conta de luz?

Os tipos de bandeiras presentes nas contas de luz são: Verde, Amarela, Vermelha Patamar 1 (P1), Vermelha Patamar 2 (P2) e Preta (Escassez Hídrica). Segundo ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), as bandeiras da conta de luz possuem os seguintes acréscimos:

**Verde** - Não possui acréscimos.

**Amarela** - Possui um acréscimo de R\$1,874 por cada 100 kWh consumido.

**Vermelha P1** - Apresenta um acréscimo de R\$3,971 por cada 100 kWh consumido.

**Vermelha P2** - Acarreta um acréscimo de R\$9,492 por 100 kWh consumido.

**Preta (Escassez Hídrica)** - Exibe um acréscimo de R\$14,20 por 100 kWh consumido.

Em conjunto com os estudantes, sugere-se observar uma conta de luz para identificar os valores que são apresentados. Observe a Figura 7.

Figura 7 – Conta de Luz, Pelotas - RS

| CONSUMO                                | FATURAMENTO | VENCIMENTO | TOTAL           |
|--|-------------|------------|-----------------|
| 135 kWh                                | JUL/2021    | 11/08/2021 | R\$****123,57   |
| Descricao                              | Quantidade  | Preco      | Valor Total     |
| CONSUMO<br>ADICIONAL BAND. VERMELHA P2 | 135         | 0,791481   | 106,85<br>16,72 |

Fonte: Acervo pessoal do autor.

Podemos observar que possuem alguns itens que foram circutados por diversas cores na conta de luz. Vamos definir cada um deles.

1. Em verde temos o consumo total do mês em kWh;
2. Em vermelho temos a tarifa cobrada por cada kWh;
3. Circulado de amarelo é o valor total a ser pago pela conta de luz;

Note que, se somarmos os valores destacados em roxo, obteremos exatamente o valor que está circulado em amarelo;

4. Os valores correspondentes ao círculo roxo são encontrados de duas formas: O primeiro é o resultado da multiplicação do consumo total de kWh pelo preço da tarifa que está destacado no círculo vermelho. Já o segundo, é o valor adicional da bandeira vigente na conta luz proporcional ao consumo total do mês. Na Figura 7, a bandeira vigente é a Vermelha patamar 2.

Observação: O valor que está no círculo vermelho é tarifa desta conta de luz. Ele será o nosso  $T_3$  utilizado na equação 4.1.

Aqui, como sugestão os alunos utilizarão três contas de luz para estimar a média da tarifa cobrada por kWh. Segundo a ANEEL, os reajustes acontecem em datas determinadas pelo Contrato de Concessão, uma vez por ano.

Essas contas serão referentes aos três meses anteriores à realização da atividade. Desse modo, a média da tarifa será calculada da seguinte maneira:

Sejam  $T_1$  = tarifa da primeira conta,  $T_2$  = tarifa da segunda conta,  $T_3$  = tarifa da terceira conta e  $m$  = Média Aritmética.

Para calcular a tarifa média  $m$ , basta resolver a seguinte equação:

$$m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}. \quad (4.1)$$

Observe que,

$$m = \frac{0,802790 + 0,798931 + 0,791481}{3} \Leftrightarrow m \approx 0,7977. \quad (4.2)$$

Dessa forma, foi calculado valor (médio) da tarifa presente no Exemplo 4.1.

**Exemplo 4.1.** *Quantos Watts consome o aparelho eletrônico que você utiliza com mais frequência? Qual a tarifa correspondente ao uso desse aparelho por uma hora? Qual a tarifa correspondente ao uso desse aparelho por um dia inteiro (24h)?*

Escolhemos uma Geladeira/Refrigerador da marca Electrolux, modelo Frost Free 2 Portas TF56S 474 Litros Platinum, possui 54 Watts de potência (Clique aqui para ver o anúncio).

Dessa forma, a tarifa correspondente ao uso da geladeira por uma hora é de 0,054 kWh. De fato,

$$54W \times 1h = 54Wh.$$

Dividindo 54 Wh por 1000 teremos 0,054 kWh. Nessa virtude, a tarifa de um dia (24h) é obtida multiplicando esse valor por 24 e correspondente à um consumo diário de 1,296 kWh.

Essa pesquisa é extremamente necessária para o desenvolvimento da atividade. Em seguida, pediremos aos alunos que escolham um aparelho eletrônico de sua casa, o qual é usado com frequência e pesquisem sua potência, indicada pelo fabricante.

Após a pesquisa e escolha, iremos solicitar que os educandos observem e estimem quantas horas por dia o aparelho selecionado permanece em funcionamento, ou seja, por quanto tempo ele fica ligado diariamente. De posse dessa informação, vamos pedir aos estudantes para calcularem quantas horas o aparelho eletrônico fica ligado por mês (supondo que um mês possui 30 dias) e o consumo que ele representa na conta de luz. Note que, até o presente momento, a Etapa 1 funciona na espécie de uma engrenagem, isto é, cada informação é essencial para que ela possa ser concluída. É importante observar que alguns aparelhos já fornecem o consumo em kWh/mês em sua ficha técnica, sendo necessário observar que esse valor é diferente da potência.

Veja o Exemplo 4.2 a seguir:

**Exemplo 4.2.** *Considere uma Smart TV de 43 polegadas, cuja potência é de 75 watts (75 W). Vamos estimar o custo que o aparelho representará, em média, na conta de energia elétrica mensal de sua residência, supondo que ela fique ligada 3 horas por dia.*

Multiplique a potência do aparelho pelo número de horas e de dias de uso durante um mês. Assim, se ligamos a TV apenas no horário de pico (entre 18h e 21h) e todos os 30 dias do mês, chegaremos ao consumo de 6 750 Wh por mês:

$$75 \times 3 \times 30 = 6\,750.$$

Para chegar à quantidade de energia consumida em kWh/mês, é preciso dividir 6 750Wh por 1 000. Portanto, uma Smart TV de 43 polegadas, com uso diário de 3 horas, representa um consumo final de 6,75 kWh/mês.

Observação: Caso o aluno queira saber, por exemplo, quantos Watts o aparelho consome em  $n$  dias, ele deverá realizar o seguinte cálculo:

$$\text{Potência em Watts} \times \text{Número de horas com o aparelho ligado por dia} \times n \text{ dias.}$$

Assim, para  $n = 7$ , temos:

$$75\text{ W} \times 3\text{h} \times 7\text{dias} = 1.575\text{Wh},$$

como mostra na Tabela 1.

Este cálculo pode ser realizado de outra maneira: Potência em Watts  $\times$  Total de horas correspondente aos 7 dias, ou seja,

$$75 \times 21 = 1\,575\text{ Wh}.$$

Também é possível multiplicar a potência pelo total de horas em que o aparelho fica ligado por dia e após pelo número de dias:

$$225 \times 7 = 1\,575\text{ Wh}.$$

Esses cálculos são equivalentes, devido a associatividade da multiplicação.

Note que, se o estudante dividir o valor referente aos sete dias por 1000, ele terá o valor em kWh. Como é mostrado a seguir:

$$\frac{1\,575}{1000} = 1,575\text{kWh}. \quad (4.3)$$

O cálculo de quanto o aparelho representará, em média, na conta de energia elétrica, vai ser o resultado da multiplicação do consumo do aparelho que se obtém através da equação (4.3) pela média aritmética das tarifas, que se encontra resolvendo a equação (4.1).

Desse modo, se 0,7977 centavos, foi a média aritmética da tarifa por kWh nos três últimos meses das contas de luz, os valores pagos na conta de luz podem ser vistos na Tabela 1.

Assim, que os dados já estiverem em mãos, peça aos seus alunos para construírem uma tabela com as informações adquiridas correspondentes ao aparelho escolhido.

Tabela 1 – Tabela com os valores conforme Exemplo 4.2 - Smart TV

| Dias | Horas | Consumo em kWh | Valor Pago em reais |
|------|-------|----------------|---------------------|
| 1    | 3     | 0,225          | 0,18                |
| 2    | 6     | 0,45           | 0,36                |
| 7    | 21    | 1,575          | 1,26                |
| 14   | 42    | 3,15           | 2,51                |
| 21   | 63    | 4,725          | 3,77                |
| 28   | 84    | 6,3            | 5,03                |
| 30   | 90    | 6,75           | 5,38                |

Cada educando preencherá sua tabela conforme o aparelho eletrônico escolhido. Em vez de calcular o valor pago em 1, 2, ...28 e 30 dias, será que não é possível fazer essa estimativa mensal apenas conhecendo a tarifa e o consumo correspondente à 1 dia? Essa é a pergunta que gostaríamos de responder em conjunto com a turma para assim relacionar a tarefa com o conteúdo de Função Afim.

## 4.2 Etapa 2

Essa etapa corresponde à fase de levantamento dos problemas da modelagem matemática, ou seja, a identificação da possibilidade de aplicar um conteúdo matemático para resolver o que se pede, e também das fases de resolução de problemas e de desenvolvimento do conteúdo no contexto do tema que estamos trabalhando.

### 4.2.1 Objetivos

Nessa subseção descrevemos os objetivos da Etapa 2.

#### 4.2.1.1 Objetivos Geral

Construir o gráfico da Função Afim que representa o valor da tarifa paga em função dos dias de utilização do aparelho escolhido na etapa anterior.

#### 4.2.1.2 Objetivos Específicos

- Concluir a lei da função que representa o problema posto;
- Construir um gráfico do valor pago em função dos dias de utilização do aparelho escolhido;
- Comparar os resultados obtidos;
- Concluir quanto representa o custo desse aparelho na conta mensal de energia;
- Identificar a taxa da bandeira vigente relativa ao mês escolhido para estimar o custo final do aparelho na conta de luz.

Observação: Até agosto de 2021 a bandeira vigente era Vermelha P2, mas a partir de setembro do mesmo ano entrou em vigor uma nova bandeira, a qual acarreta um acréscimo de R\$14,20 a cada 100 kWh utilizados e é chamada de bandeira de Escassez Hídrica. Segundo a reportagem disponível em [g1.globo.com](http://g1.globo.com), com o agravamento da crise, o governo criou a bandeira de Escassez Hídrica. A previsão é que a nova bandeira permaneça em vigor até 30 de abril de 2022. Até agosto de 2021, a cor da bandeira era definida mês a mês. A conta que iremos utilizar para desenvolver a atividade será a bandeira Vermelha P2, no entanto, quando os educandos forem resolver o que está sendo proposto, irá depender da bandeira que estiver em vigência na Conta de Luz que eles trouxerem para ser analisada.

#### 4.2.2 Público Alvo

Estudantes do Ensino Médio, preferencialmente que estejam cursando o 1º ano.

#### 4.2.3 Local de Realização

Como estamos vivenciando uma pandemia causada pela COVID-19, neste momento, a Etapa 2 será realizada na sala de aula virtual.

Observação: Caso sejam retomadas as atividades presenciais, as etapas poderão ser realizadas na sala de aula presencial. Portanto, esta atividade pode ser aplicada em diferentes modalidades de ensino.

#### 4.2.4 Tempo Estimado

Uma aula de 50 minutos.

#### 4.2.5 Material Necessário

- Lápis e borracha;
- Folha de ofício;
- Régua.

#### 4.2.6 Pré-Requisitos

- O conteúdo de Equações do 1º grau, usualmente estudado no 7º ano do Ensino Fundamental;
- Ter realizado a Etapa 1, pois serão utilizados os dados obtidos.

#### 4.2.7 Forma de Avaliação

Se a atividade for realizada no formato online, cada estudante deverá entregar um arquivo em PDF para o e-mail do docente contendo o gráfico do valor pago em função dos dias de utilização, identificado com nome e turma. Além disso, este gráfico pode ser construído com ou sem o uso de softwares como o Geogebra. Se for realizado no formato presencial, os educandos podem entregar o gráfico em mãos ou da mesma forma em que se estivessem no período remoto, o que ficar mais acessível para os alunos.

#### 4.2.8 Desenvolvimento da Etapa 2

Nesta etapa, concluiremos a lei da função através dos conhecimentos já adquiridos e com a tabela preenchida na Etapa 1.

A partir da Tabela 1 pretendemos fazer os estudantes pensarem em uma lei da função que representa o valor pago na conta de luz correspondente ao aparelho escolhido, em função dos dias de sua utilização.

Considerando  $y$  = valor pago e  $x$  = número de dias de uso do aparelho, considere a lei:

$$y = a x \tag{4.4}$$

O coeficiente  $a$  será o valor do consumo diário em kWh multiplicado pela tarifa:

$$a = \text{Consumo diário em kWh} \times \text{tarifa}$$

Para o Exemplo 4.2 temos: (Smart TV)

$$y = (0,225)(0,7977)x.$$

Nesse momento, utilizando uma aproximação de duas casas decimais (uma vez que  $y$  representará o valor pago em reais) temos:

$$y = 0,18x.$$

Uma possível pergunta é como considerar o valor pago pela bandeira (que chamaremos de  $V_B$ ) na estimativa da conta de luz. Esse valor é proporcional ao consumo diário do aparelho. Para encontrá-lo, no caso da bandeira vermelha P2, por exemplo, é possível fazer uma regra de três:

|       |            |
|-------|------------|
| 9,492 | 100 kWh    |
| $V_B$ | 0,225 kWh. |

De onde temos  $V_B = 0,0215$  por dia, para o caso do Exemplo 4.2.

Para sermos mais precisos na estimativa, na conta de luz é cobrado no Rio Grande do Sul mais cerca de 40% de impostos e encargos sobre o valor de  $V_B$ . Então, fica:

$V_B = (0,0215)(1,4) = 0,0301$  por dia de uso da TV. Aqui, novamente como esse valor é cobrado em reais, vamos utilizar o valor aproximado de 0,03 centavos.

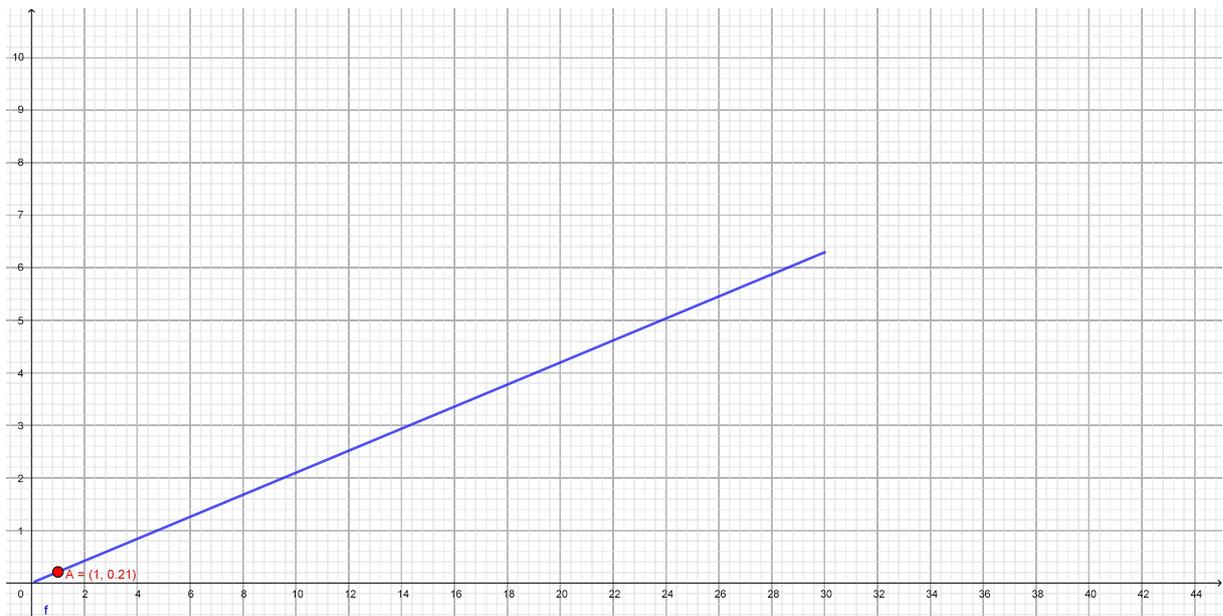
Assim, teremos a lei que estima o valor pago pela utilização da TV em função do número de dias em que ela é utilizada:

$$y = 0,18x + 0,03x = 0,21x. \quad (4.5)$$

Os valores de  $x$  estarão no intervalo  $[0, 30]$ , uma vez que estamos interessados em estimar o valor pago em uma conta de luz referente a um mês. É possível ampliar esse domínio tendo em mente que quando o número de dias ultrapassar 30, o valor obtido não será pago de uma só vez.

Dessa forma, vamos manter a restrição do domínio  $[0, 30]$  no contexto desse problema, pois  $x$  representa a quantidade de dias do mês.

Figura 8 – Gráfico da Função 4.5



Fonte: o autor

O contradomínio da função será  $[0, +\infty[$  pois o valor pago é sempre positivo. A imagem da função será o intervalo  $[0, y(30)] = [0, (6,3)]$ , uma vez que a Função Afim é sobrejetora.

Desse modo, conseguimos comparar os resultados obtidos e verificar quanto o aparelho gastou na conta mensal de energia elétrica. Na Figura 8, o ponto  $A$  no gráfico possui coordenadas  $(1, (0,21))$  onde a segunda coordenada representa o valor pago na conta de luz pelo uso da TV em um dia, que é aproximadamente 21 centavos. Em um mês, ela representa um custo de  $R\$6,30$  aproximadamente, é importante lembrar que estimamos que o tempo de uso diário da TV foi de 3 horas.

### 4.3 Etapa 3

Essa etapa corresponde novamente as fases de Levantamento dos problemas da modelagem matemática, ou seja, a identificação da possibilidade de aplicar um conteúdo matemático para resolver o que se pede e também de Resolução de problemas e o desenvolvimento do conteúdo no contexto do tema.

#### 4.3.1 Objetivos

Nessa subseção apresentamos os objetivos da Etapa 3.

#### 4.3.1.1 Objetivos Geral

Montar gráficos relacionado a bandeira vigente da conta de luz de cinco aparelhos eletrônicos escolhidos pelos estudantes.

#### 4.3.1.2 Objetivos Específicos

- Escolher os 5 aparelhos mais utilizados em sua residência;
- Verificar qual a potência de cada aparelho;
- Supondo que um mês possui trinta dias, estimar qual seria a tarifa mensal para esse grupo de aparelhos para a Bandeira P2 como foi realizado na Etapa 1 com um único eletrodoméstico (será necessário utilizar o valor total que o grupo de 5 aparelhos consomem);
- Construir o gráfico do valor da conta em função do número de dias em que os aparelhos foram utilizados, referente a uma determinada bandeira.

#### 4.3.2 Público Alvo

Estudantes do Ensino Médio, preferencialmente que estejam cursando o 1º ano.

#### 4.3.3 Local de Realização

Como estamos vivenciando uma pandemia causada pela COVID-19, neste momento, a Etapa 3 será realizada na sala de aula virtual.

Observação: Caso sejam retomadas as atividades presenciais, as etapas podem ser realizadas na sala de aula presencial. Portanto, esta atividade pode ser aplicada em diferentes modalidades de ensino.

#### 4.3.4 Tempo Estimado

Três encontros de 50 minutos cada.

#### 4.3.5 Material Necessário

- Dados sobre o consumo de cinco aparelhos eletrônicos;
- Lápis e borracha;
- Folhas de ofício;
- Régua.

### 4.3.6 Pré-Requisitos

- O conteúdo de Equações do 1º grau, usualmente estudado no 7º ano do Ensino Fundamental;
- Ter realizado as Etapas 1 e 2;
- Regra de três.

### 4.3.7 Forma de Avaliação

Caso a atividade seja realizada de fora virtual, o estudante deve enviar um anexo em PDF para o e-mail do professor. Neste arquivo deve conter:

- dados de identificação do aluno: nome e turma;
- os cinco aparelhos eletrônicos utilizados;
- o gráfico do consumo total do grupo de aparelhos referente a bandeira P2.

### 4.3.8 Desenvolvimento da Etapa 3

Esta etapa é, basicamente, a união das duas etapas anteriores em uma única. Desse modo, é estritamente necessário que os alunos não tenham ficado com dúvidas sobre o que já foi realizado até o momento (caso alguém tenha ficado com algumas questões não compreendidas, então é o momento de promover uma discussão sobre elas antes de dar prosseguimento na presente etapa). Em seguida, os alunos analisarão 5 aparelhos eletrônicos dessa vez, onde os mesmos são aqueles mais usados em suas residências.

Assim, os alunos precisarão saber a potência exata de cada aparelho. Esperamos que eles já saibam onde procurar por ela, uma vez que realizaram a Etapa 1. Desse fato, os estudantes vão supor que um mês possui 30 dias, com intuito de estimar qual seria a tarifa mensal da conta de luz para este grupo de aparelhos. Para obter este valor é necessário que o aluno refaça os passos da Etapa 1 para cada aparelho e reúna essas informações.

Para realizar a pesquisa e repetir os passos das Etapas 1 e 2 para cada aparelho, são estimadas 2 aulas de 50 minutos cada. A terceira aula é destinada para construir o gráfico referente a bandeira vermelha P2. Observe que, o gráfico deve envolver o grupo de aparelhos (na Etapa 2 o gráfico foi elaborado com apenas um aparelho eletrônico).

Observação: O docente pode fazer apenas um único gráfico com os seus educandos, se optar por escolher um aparelho de cada aluno, de modo que sejam os cinco aparelhos que a turma considera os mais usados. Esse gráfico pode ser construído em conjunto com a turma. Outra possibilidade é pedir para que os alunos troquem as informações

coletadas, de acordo com os cinco aparelhos que cada um considera os mais utilizados em sua residência.

Desse modo, segue o cálculo com aparelhos diferentes entre si e do que já foi realizado na Etapa 2.

### **2º aparelho - Notebook - consumo de 45W:**

Suponha que você utilize o aparelho 8 horas por dia. Então ele consome  $360Wh$  por dia. Obtendo este resultado conseguimos descobrir quantos kWh/por dia ele consome e, após este resultado poderemos encontrar quanto o notebook gasta no dia a dia, desse modo, o notebook possui um consumo de  $0,36kWh$  e, conseqüentemente, o valor  $y$  a ser pago por dia é aproximadamente  $0,29$  centavos. Assim, temos  $y = 0,29x$ .

Em seguida, precisamos somar este resultado com  $V_B$  (Valor pago pela bandeira).

Obs: Para encontramos o  $V_B$  precisa fazer a regra de três de forma similar há que se encontra presente na Etapa 2, ou seja, cada aparelho terá um consumo de kWh diferente do outro, então o valor pago pela bandeira é proporcional e não será constante. Em outras palavras, cada vez que formos calcular o  $V_B$  utilizaremos o consumo em kWh do aparelho que estamos analisando.

Assim,  $V_B$  do notebook é de  $0,0342$  por dia. Mas temos que considerar os impostos cobrados pela conta de luz. Dessa forma o  $V_B = 0,0478$ . Logo, a lei que estima o valor pago do Notebook em função dos dias será:  $y = (0,29)x + (0,05)x = 0,34x$ . Portanto,  $y = 0,34x$ . Por dia, o notebook representa um custo de aproximadamente de 34 centavos e no mês 10,20 reais.

### **3º aparelho - Ar condicionado Split Springer 9000 BTUs - consumo de 814W:**

Se usarmos o mesmo 5 horas por dia, teremos um consumo de  $4070Wh$  no dia. Assim, podemos obter o valor consumido em kWh/por dia, então o ar condicionado consome  $4,07kWh$ . Desse modo, o aparelho representa uma despesa aproximada de 3,25 reais por dia. Portanto, temos  $y = 3,25x$ .

Sabemos que o valor que gasto em kWh pelo ar condicionado é de  $4,07kWh$ , com este resultado podemos calcular o valor pago pela bandeira. Desse modo, temos que  $V_B = 0,3863$  (valor sem impostos), então se incluirmos os impostos teremos que  $V_B = 0,5408$ . Desse modo, encontramos a lei  $y = (3,25)x + (0,54)x = 3,79x$ . Portanto,  $y = 3,79x$ . Assim, o Ar condicionado representa um custo diário de R\$3,79 reais e mensal de 113,70 reais.

### **4º aparelho - Aquecedor de Ar Mondial - consumo de 2000W:**

Seja um aparelho que permanece em uso por 4 horas, então o mesmo consome  $8000Wh$  por dia. Dessa forma, o aquecedor possui um consumo diário de  $8kWh$ , assim

temos que  $y = 6,38x$ .

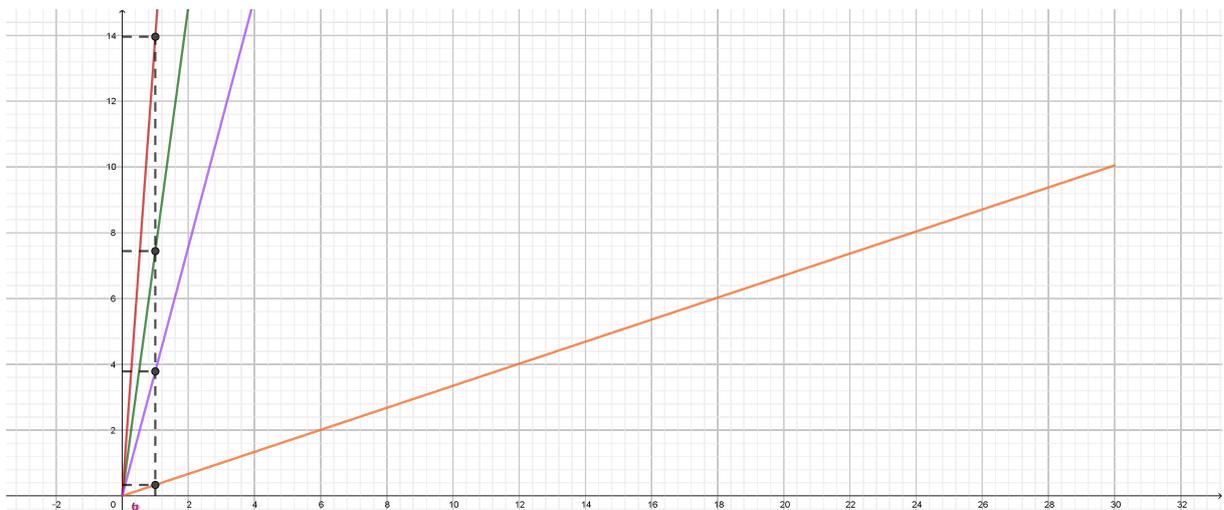
Note que, o  $V_B = 0,7593$  (sem impostos) e com impostos temos  $V_B = 1,0630$ . Logo,  $y = (6,38)x + (1,06)x = 7,44x$ . Portanto,  $y = 7,44x$ . Em um dia, o aparelho apresenta um custo aproximado de de 7,44 reais e mensalmente R\$223,20 reais.

#### 5º aparelho - Ducha loren Shower ultra eletrônica - consumo de 7500W:

Seja uma família com 3 pessoas onde todas tomam dois banhos por dia. Suponha cada uma leve 20 minutos em cada banho, logo, teremos um total de 40 minutos de banho diário por pessoa. Assim, temos que o aparelho fica em funcionamento por duas 2 horas diariamente. Então temos que a ducha consome 15000Wh por dia. Logo, o consumo diário do aparelho é de 15kWh. Portanto,  $y = 11,97x$ .

Desse modo, o valor pago pela bandeira sem considerar os impostos é de  $V_B = 1,4238$  e incluindo os impostos temos  $V_B = 1,9933$ . Assim,  $y = (11,97)x + (1,99)x = 13,96x$ . Dessa forma, o custo diário é aproximadamente de 13,96 reais e mensal de 418,80 reais.

Figura 9 – Gráficos dos aparelhos



Fonte: o autor

Observe que,

- A reta em roxo representa o gráfico do 3º aparelho (split);
- Em laranja é gráfico do 2º aparelho (notebook);
- Já o reta em verde é referente ao 4º aparelho (aquecedor);
- E por fim a reta em vermelho é referente ao 5º aparelho (chuveiro), que representa o maior custo mensal.

Dessa forma, cada reta que aparece na imagem acima, são os gráficos que demonstram o valor pago pelo aparelho em função dos dias.

## 4.4 Etapa 4

Nessa etapa, ainda refletimos sobre a fase de desenvolvimento do conteúdo no contexto do tema. Além disso, faremos a análise crítica das soluções obtidas nas etapas anteriores.

### 4.4.1 Objetivos

Nessa subseção, apresentamos os objetivos da Etapa 4.

#### 4.4.1.1 Objetivos Geral

Estimar o consumo de energia elétrica da sua residência.

#### 4.4.1.2 Objetivos Específicos

- Consultar o consumo e discutir dos aparelhos elétricos mais utilizados na sua residência;
- Estimar o uso eventual de outros aparelhos;
- Concluir sobre qual mês representam um gasto maior na conta de luz, dentre os meses que foram utilizados na estimativa da tarifa;
- Construir um gráfico geral da turma referente a bandeira vigente;
- Debater os resultados obtidos desde o início da atividade;
- Esclarecer possíveis dúvidas.

#### 4.4.2 Público Alvo

Estudantes do Ensino Médio, preferencialmente que estejam cursando o 1º ano.

#### 4.4.3 Local de Realização

Como estamos vivenciando uma pandemia causada pela COVID-19, esta etapa será realizada na sala de aula virtual.

Observação: Caso sejam retomadas as atividades presenciais, todas as etapas podem ser realizadas na sala de aula presencial. Portanto, esta atividade pode ser aplicada em diferentes modalidades de ensino.

#### 4.4.4 Tempo Estimado

Dois encontros de 50 minutos cada.

#### 4.4.5 Material Necessário

Ter em mãos os dados coletados sobre os aparelhos eletrônicos e três contas de luz recentes.

#### 4.4.6 Pré-Requisitos

Ter realizado as etapas anteriores.

#### 4.4.7 Forma de Avaliação

Aqui a avaliação pode ser pela participação na aula.

#### 4.4.8 Desenvolvimento da Etapa 4

Como última etapa da atividade, iremos consultar o consumo do grupo de aparelhos escolhidos pelos estudantes na etapa anterior.

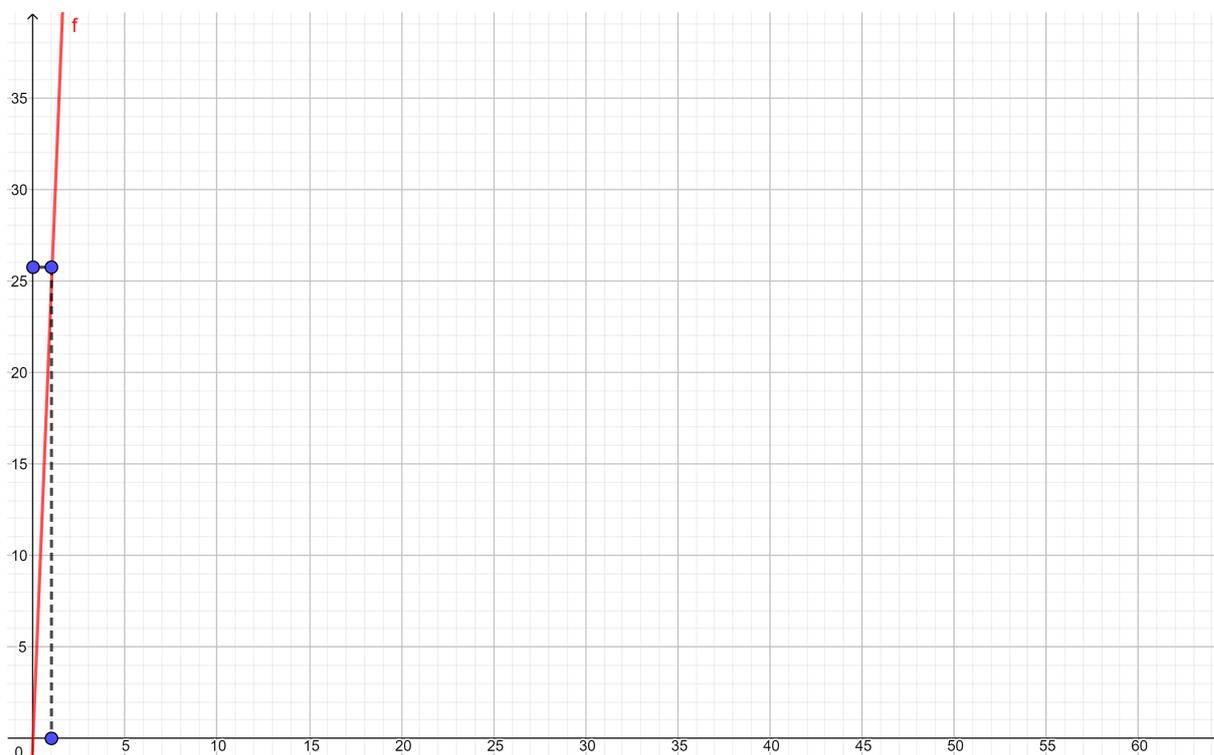
Desse fato, utilizaremos a conta luz recebida para comparar os resultados obtidos na Etapa 3, com a bandeira vigente, ou seja, na bandeira em que a conta luz foi cobrada.

Em seguida, será construído um gráfico geral da turma, com objetivo de sanar dúvidas ainda presentes e proporcionar uma interação professor/aluno por meio de um debate os resultados obtidos no decorrer da atividade.

Nessa Etapa desejamos provocar nos estudantes uma reflexão sobre o consumo consciente de energia elétrica. Além disso, que eles possam compreender como calcular o custo real que cada aparelho eletrônico representa e identificar quais são os vilões na conta de luz de sua residência.

Para ilustrar, se fossem utilizados somente os cinco aparelhos descritos nas Etapas 2 e 3, então a conta de energia da residência poderia ser descrita por  $y = (0,34 + 3,79 + 7,44 + 13,96 + 0,21)x = 25,74x$ . Esses aparelhos juntos representam um custo diário aproximado de 25,74 reais (veja Figura 10) e mensal de 772,20 reais.

Figura 10 – Gráfico da Função 4.5



Fonte: o autor

É importante observar que ao estimar o consumo de 5 aparelhos, não estamos levando em conta que em uma situação real, existe a possibilidade de que a residência pague taxa mínima de consumo. Essa taxa se aplica quando o total do consumo não ultrapassa um valor. Segundo a Resolução Normativa 414 de 2010 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), os valores estabelecidos para cada padrão são: o Monofásico, em que o consumidor paga uma taxa mínima equivalente ao consumo de 30 kWh; o Bifásico, em que o custo de disponibilidade pago corresponde a um consumo de 50 kWh; o Trifásico em que a taxa mínima corresponde ao consumo de 100 kWh. Se o professor desejar, pode explorar cada padrão, incluindo um coeficiente linear na determinação da lei de uma função que estima o custo da conta de energia de acordo com o padrão da conta estudada.

Existem ainda outros possíveis descontos que ocorrem na conta de energia. Por exemplo, a tarifa branca que é uma opção em que se paga a energia conforme o horário do consumo e qualquer consumidor de baixa tensão pode solicitar esse tipo de tarifa. Além disso, existe a Tarifa Social de Energia Elétrica, que concede descontos na conta de luz para famílias de baixa renda, indígenas e quilombolas cadastrados no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal. A nossa proposta não explora essas possibilidades, mas nada impede que isso seja feito de acordo com o interesse da turma.

Cabe ainda observar que existem sites que simulam o consumo de energia elétrica

de uma residência. Por exemplo, o site <<https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/>> permite que seja simulado o consumo especificando os aparelhos. Ele simula o consumo para os estados de Rio de Janeiro, Ceará, São Paulo e Goiás, apresentando informações sobre consumo em geral e tributos. Outros sites podem ser pesquisado e explorados ao final da aplicação da atividade.

## 5 Considerações Finais

Esperamos que os estudantes consigam compreender cada objetivo específico presente nas etapas da atividade proposta, pois eles são fundamentais para a relação com o conteúdo de Função Afim. Além disso, que os mesmos percebam que a Matemática pode ser ensinada por diferentes metodologias de ensino, como os professores (DANTE, 2016) e (YOUSSEF; PACHI; HESSES, 2015) apresentam em suas obras didáticas. Portanto, é possível dizer que a Modelagem Matemática pode funcionar como uma maneira do saber descontraído, ou seja, aprender se divertindo e ao mesmo tempo refletindo sobre uma situação real.

Assim, desejamos que o ambiente da turma em sala de aula, seja ela virtual ou presencial, se torne mais leve, isto é, proporcionando momentos diferentes das metodologias com as quais eles já convivem todos os dias. Com isso, a contribuição que esperamos realizar para o ensino de matemática é torná-lo mais atrativo para o aluno, despertando seu interesse pela disciplina. Desse modo, este foi um dos motivos que levaram a escolha da Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem, pois através dela conseguimos proporcionar um momento de interação maior entre o educando e o docente.

Conforme Libâneo (2013),

O que se afirma é que o professor medeia a relação ativa do aluno com a matéria, inclusive com os conteúdos próprios de sua disciplina, mas considerando os conhecimentos, a experiência e os significados que os alunos trazem à sala de aula, seu potencial cognitivo, suas capacidades e interesses, seus procedimentos de pensar, seu modo de trabalhar (LIBÂNEO, 2013, p.29).

Nesse sentido, é perceptível que o autor ressalta a importância que o docente possui na trajetória do aluno. Desse modo, se juntarmos essa importância com a Modelagem Matemática, acreditamos que é possível conquistar uma maior participação da turma e extrair o máximo de nossos educandos.

Com relação aos trabalhos futuros, é conveniente pensarmos em explorar o ensino do domínio e imagem da função, já que estamos de abordando conteúdo de Função Afim. Além disso, também temos o assunto de Funções Definidas por Partes. Ambos os tópicos podem ser ensinados através dessa metodologia de ensino e aprendizagem, no entanto, nesse trabalho de conclusão se estenderia de maneira significativa. Portanto, foi feita a opção pelo conteúdo de Função Afim.

Enfim, com a escrita desse trabalho de conclusão de curso, foi possível lembrar alguns conteúdos matemáticos que já haviam sido estudados e, aprofundar os conhecimen-

tos sobre eles, além de aprender novos assuntos como a Modelagem Matemática. Essa metodologia de ensino e aprendizagem é muito interessante para instruir a compreensão dos estudantes, logo, esse ofício proporcionou um aprendizado muito gratificante e um incentivo para seguir pesquisando sobre o mesmo, ou seja, buscando novas ideias de ensinar outros conteúdos através da Modelagem Matemática.

# Referências

- BASSANEZI, R. C. *Ensino - aprendizagem com Modelagem matemática*. Contexto, 2002. Acesso em: 01/07/2021. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/256007243\\_Ensino\\_-\\_aprendizagem\\_com\\_Modelagem\\_matematica](https://www.researchgate.net/publication/256007243_Ensino_-_aprendizagem_com_Modelagem_matematica)>. Citado 3 vezes nas páginas 10, 11 e 14.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base*. Brasília, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 27/06/2021. Citado 4 vezes nas páginas 6, 8, 9 e 16.
- BRASIL. *Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade)*. Brasília, 2017. Disponível em: <[https://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/enade/provas/2017/35\\_MATEMATICA\\_LICENCIATURA\\_BAIXA.pdf](https://download.inep.gov.br/educacao_superior/enade/provas/2017/35_MATEMATICA_LICENCIATURA_BAIXA.pdf)>. Acesso em: 15/11/2021. Citado na página 13.
- BURAK, D. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensinoaprendizagem*. [S.l.], 1992. Tese (Doutorado em Psicologia Educacional). Citado 2 vezes nas páginas 6 e 14.
- DAHER, A. F. B. *ALUNO E PROFESSOR: PROTAGONISTAS DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM*. Secretaria Municipal de Educação de Campo Grande - MS, 2017. Disponível em: <<http://www.campogrande.ms.gov.br/semmed/wp-content/uploads/sites/5/2017/03/817alunoeprofessor.pdf>>. Acesso em: 26/07/2021. Citado na página 12.
- DANTE, L. R. *Projeto Teláris: Matemática 7*. São Paulo: Ática, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 6, 10, 11 e 12.
- DANTE, L. R. *Matemática Contexto & Aplicações*. São Paulo: Ática, 2016. v. 1. Citado 4 vezes nas páginas 6, 11, 12 e 36.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Citado na página 12.
- LIBÂNEO, J. C. *ADEUS PROFESSOR, ADEUS PROFESSORA?* São Paulo: Cortez Editora, 2013. Citado na página 36.
- MORA, F. *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza Editorial, 2013. Citado na página 6.
- MORAN, J. *Metodologias Ativas para uma Aprendizagem mais Profunda*. Penso Editora Ltda, 2017. Disponível em: <<https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>>. Acesso em: 26/08/2021. Citado na página 6.
- PAIVA, M. *Matemática*. São Paulo: Moderna, 2005. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 12.

PARANÁ, G. do Estado do. *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. [S.l.]: Secretaria da Educação do Paraná, 2016. II. 15 p. Produções Didático Pedagógicas. Citado na página 14.

USBERCO, J. et al. *Companhia das Ciências*. São Paulo: Saraiva, 2018. Citado na página 19.

YOUSSEF, A. N.; PACHI, C. G. da F.; HESSES, H. M. *Matemática*. São Paulo: Cereja, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 12 e 36.

ZUFFI, E. M.; ONUCHIC, L. d. l. R. O ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas e os processos cognitivos superiores. *Union. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 2007. Citado na página 14.

# Apêndices



## A.2 Etapa 2

**Exercício A.3.** *Utilize a tabela construída na Etapa 1, para esboçar o gráfico do valor pago em reais pelo uso do aparelho escolhido em função dos dias em que é utilizado.*

## A.3 Etapa 3

**Exercício A.4.** *Depois da realização das Etapas 1 e 2. Faça o que se pede:*

1. *Escolha os quatro aparelhos eletrônicos mais utilizados na sua casa.*
2. *Esboce o gráfico do valor pago pela conta de luz em função dos dias de cada eletrodoméstico.*

OBSERVAÇÃO: Você pode fazer os gráficos em único Plano Cartesiano, desde que todos estejam identificados, conforme foi apresentado em aula.

## A.4 Etapa 4

**Exercício A.5.** *Participe da construção e esboce o gráfico geral da turma.*



Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Instituto de Matemática, Estatística e Física

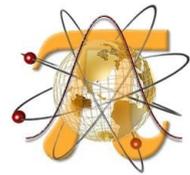
Curso de Licenciatura em Matemática

Av. Itália km 8 Bairro Carreiros

Rio Grande-RS CEP: 96.203-900 Fone (53)3293.5411

e-mail: imef@furg.br

Sítio: www.imef.furg.br



## Ata de Defesa de Monografia

No segundo dia do mês de março de 2022 foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do acadêmico **Murilo da Cunha Paz** intitulada **Função Afim: uma proposta de atividade utilizando a Modelagem Matemática**, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthya Maria Schneider Meneghetti, deste instituto. A banca avaliadora foi composta pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daiane Silva de Freitas e pelo Prof. Dr. Adilson da Silva Nunes, ambos do IMEF/FURG. O candidato foi: ( x ) aprovado por unanimidade; ( ) aprovado somente após satisfazer as exigências que constam na folha de modificações, no prazo fixado pela banca; ( ) reprovado. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada.

Documento assinado digitalmente



Cinthya Maria Schneider Meneghetti

Data: 08/03/2022 13:46:12-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cinthya Maria Schneider Meneghetti

Orientadora

Documento assinado digitalmente



Daiane Silva de Freitas

Data: 08/03/2022 10:23:45-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daiane Silva de Freitas

Documento assinado digitalmente



Adilson da Silva Nunes

Data: 03/03/2022 19:11:40-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Adilson da Silva Nunes