

Proposta de trabalho em modelagem e simulação matemática

MARISTELA DE QUADROS ALBÉ¹

CLAUDIA LISETE OLIVEIRA GROENWALD²

Este trabalho descreve uma atividade de modelagem matemática construindo a Função Polinomial do 1º Grau. Desenvolvido nas 1^{as} séries do Ensino Médio da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, em Novo Hamburgo - Rio Grande do Sul, no ano de 1999. O tema escolhido foi “Consumo de energia elétrica em uma residência” enfocando a importância do consumo racional de energia, visando a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE

Função, Modelagem, Simulação, Energia Elétrica e Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivos evidenciar a importância da aplicação de modelos matemáticos para a representação de situações reais, estimular o interesse do aluno pelo conteúdo matemático escolar, por intermédio de atividades significativas e permitir ao aluno uma atitude de investigação, possibilitando-o a enxergar a matemática em situações cotidianas.

Outro sim, sugere uma seqüência de etapas a serem desenvolvidas no conteúdo de Função Polinomial do 1º

Grau com ênfase em desenvolvimento sustentável, aproveitando a questão “energia elétrica” que é um assunto do conhecimento dos alunos, abordando a necessidade de sua utilização em contraponto com a crise energética pela qual passamos.

A escolha do tema surgiu da necessidade de conscientização do uso racional da energia elétrica, visando reduzir o desperdício e o uso ineficiente da energia elétrica, sem com isso comprometer o conforto e a produção.

Esta atividade objetiva também que o estudante relacione-se com o meio ambiente, sentindo-se responsável pela sua preservação.

Está elaborado em três partes, a primeira serve como sensibilização ao assunto no início do ano letivo. A segunda, que é a construção do modelo, será desenvolvida após já

terem sido vencidos os pré-requisitos do conteúdo em questão. A terceira é uma simulação do consumo de energia elétrica em um mês. No final da proposta o aluno deverá ter condições de responder a pergunta: "É possível prever o consumo de energia elétrica em uma residência?"

Os materiais utilizados na atividade são as contas de energia elétrica de alguns meses do ano da família de cada aluno e papel milimetrado para o emprego em gráficas.

NOÇÕES PRELIMINARES

Como primeiro passo é necessário trabalhar com o aluno a leitura e a interpretação do demonstrativo do consumo de energia elétrica.

- Campo nº1 - Nome do cliente e endereço para entrega.
- Campo nº2 - Código do cliente.
- Campo nº3 - Número do medidor ciclométrico (nº do relógio).
- Campo nº4 - Forma como foi efetuado o pagamento da última conta ou aviso de débitos pendentes.
- Campo nº5 - Dados da unidade consumidora: classe: residencial, comercial, industrial, rural, poder público, iluminação pública ou serviço público; fase que alimenta a unidade consumidora: monofásico, bifásico ou trifásico; 1340: código da cidade; 541: código da rua; 4737: número da residência (casa/edifício); 903: número do apartamento; endereço;

13 01 09 05: dois primeiros dígitos, 13: número da gerência; terceiro e quarto dígitos, 01: número da agência; quinto e sexto dígitos, 09: código da zona; sétimo e oitavo dígitos, 05: código da rota.

- Campo nº6 - Faturamento: mês; emissão: data da emissão; apresentação: data da apresentação; período de consumo: data das últimas leituras e tempo em dias.
- Campo nº7 - Histórico do consumo: consumo registrado nos últimos 11 meses
- Campo nº8 - Leituras: indica as duas últimas leituras feitas no medidor; consumo: nº de kwh consumidos no período das duas últimas leituras.
- Campo nº9 - Cálculo do ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços conforme Lei Estadual. Base para cálculo: valor do consumo em reais. Alíquota: porcentagem para cálculo do ICMS. R\$: valor em reais do ICMS.
- Campo nº10 - Descrição: composição da conta, taxas, multas, pendências, etc. Quantidade: Nº de kWh consumidos no período. Tarifa: valor de uma unidade de kwh. Valor em R\$: Preço do consumo.
- Campo nº11 - Vencimento: data do vencimento. Valor a pagar em reais: valor em reais do consumo de energia elétrica.
- Campo nº12 - Mês/ano: mês e ano a que a conta se refere. Nº para arrecadação: 303030242583 37; dois

primeiros dígitos, 30: indica que é a primeira via; do terceiro ao nono dígito, 3030242: código de instalação; do décimo ao décimo segundo dígito, 583: número do mês de pagamento; do décimo terceiro ao décimo quarto dígito, 37: dígito de controle. Valor a pagar em reais: valor em reais do consumo de energia elétrica.

A seguir é necessário que se conheça como é realizada a medição do consumo de energia elétrica. Em nossas cidades é utilizado o medidor ciclométrico, em um determinado período de tempo, geralmente trinta dias. Com este tipo de medidor devemos conhecer o valor da leitura anterior e da atual e subtraí-las para

NOTA FISCAL **CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA**
 Rua Dona Laura, 320 14 andar CEP: 90430-090 - Porto Alegre - RS CGC: 02.016.440/001-62
 Insp. Est. 006/283625 Modelo nº 5833030242/37559 Ordem 19938

Nome do Cliente e Endereço Para Entrega
 MARIA EDITH PEREIRA
 RUA SÃO LUÍZ
 BAIRRO GUARANI
 NOVO HAMBURGO

Nº 4737 APTO 903

Código do Cliente
 3030242-1

Nº do Medidor kWh
 2588375

CONTA VENCIDA EM 05/07/98 FOI QUITADA ATRAVÉS DE DÉBITO EM CONTA CORRENTE

Dados da Unidade Consumidora RESIDENCIAL BIFÁSICO
 1340 541 4737 903 4737 APTO 903
 RUA SÃO LUÍZ
 BAIRRO GUARANI
 NOVO HAMBURGO 13 01 09 05

| Faturamento | Emissão | Apresentação | Período Consumo |
|-------------|----------|--------------|-----------------------|
| JUL/98 | 23/07/98 | 24/07/98 | 18 06 A 17/07 29 DIAS |

| Descrição | Quant | Tarifa | Valor em R\$ |
|-----------|-------|---------|--------------|
| CONSUMO | 348 | 0,18971 | 65,44 |

| Consumos Anteriores | Leituras | kWh | kVAh/m |
|---------------------|-----------------|-----|--------|
| Mês TL Dias | | | |
| JUN 31 288 | Atual: 6104 | | |
| MAR 30 297 | Anterior: 6769 | | |
| ABR 30 231 | Consumo: 348 | | |
| MAR 29 274 | Fat. Potência | | |
| FEV 24 188 | Fat. Mult: 1,00 | | |
| JAN 32 282 | | | |
| DEZ 24 229 | | | |
| NOV 30 228 | | | |
| OCT 32 184 | | | |
| SET 30 250 | | | |
| AGO 32 191 | | | |

ICMS (valor incluído no preço)
 B Cálculo: 65,44
 Alíquota: 20%
 R\$: 17,01

Vencimento
 03/08/98

Valor a Pagar em Reais
 *****65,44

CUIDADO - Acidente com eletricidade pode ser fatal

| Mês/Ano | Número para arrecadação | Vencimento | Valor a Pagar em Reais |
|---------|-------------------------|------------|------------------------|
| 07/98 | 30 3030242 58337 | 03/08/98 | *****00,00 |

VALOR DE R\$ *****65,44 SERÁ DEBITADO
 NA SUA CONTA BANCARIA NO DIA 03/08/98.

Atenção
 Informações sobre tarifas, tributos e condições gerais de fornecimento, encontram-se à disposição dos clientes em nossos escritórios
 O não pagamento na data do vencimento acarretará mora e corte no fornecimento de energia com prévio aviso
 Portaria DNREE N 46/97

30 3030242 58337 13 01 09

Conta de energia elétrica

obtermos o consumo mensal em quilowatts hora (kWh). Existe também o medidor analógico que no momento não vamos considerar.

Leitura do mês atual - Leitura do mês anterior = Consumo mensal em kwh

Após a interpretação e a medição do consumo, é necessário que se faça a estimativa deste consumo de energia elétrica. Para isto, observa-se o tempo de uso dos equipamentos ou eletrodomésticos e suas correspondentes potências. Para calcular o consumo energético de cada equipamento ou eletrodoméstico, verifica-se a potência em watts na placa ou etiqueta do equipamento e utiliza-se a fórmula:

$$\text{Consumo (kwh)} = \frac{\text{Potência (watts)} \times \text{hora/dia} \times \text{dias/mês}}{1000}$$

O texto "A energia elétrica" a seguir é distribuído e comentado com os alunos em aula, dando o enfoque do desenvolvimento sustentável. Essa sensibilização pode ser reforçada por meio de palestras, visitas à termelétricas, hidrelétricas, ou à concessionária que vende a energia, ou ainda com um trabalho integrado nas disciplinas, entre outros. Para que os objetivos dessa atividade sejam atingidos com pleno êxito, essa etapa de sensibilização e conscientização quanto ao consumo racional de energia elétrica é de fundamental importância.

A ENERGIA ELÉTRICA

Para mantermos nossa qualidade de vida, a energia elétrica é fundamental. Só percebemos sua importância quando não temos essa energia e não podemos usufruir de todo o conforto que ela nos propicia. Quando seu fornecimento é interrompido por algum motivo, a nossa vida cotidiana pára. Será que conseguiríamos viver sem energia elétrica?

No Brasil existe um consumo muito grande de energia elétrica no período das 18 às 21 horas. Esse é o horário que as pessoas estão retornando às suas residências, ligando lâmpadas, chuveiros elétricos, aparelhos de televisão, ventiladores, condicionadores de ar, causando uma sobrecarga no sistema de fornecimento de energia.

Com a estabilidade da economia houve um aumento na produção e no consumo de eletrodomésticos, causando um aumento rápido e não previsto no consumo de energia elétrica. Para que o Brasil produza e coloque no mercado energia nova, demora um certo tempo e são necessários investimentos de grande porte.

Estudos sobre os mais diversos modos de consumo revelam que, anualmente, o Brasil desperdiça U\$ 50 bilhões em energia. Só em energia elétrica, quase U\$ 5 bilhões se perdem em luzes desnecessariamente acesas, longos banhos, máquinas desreguladas e mau dimensionadas, equipamentos e processos de fabricação obsoletos.

Sabendo desta sobrecarga, é necessário conscientizar a população sobre o consumo racional de energia. Para conservar e utilizar eficientemente a energia elétrica devemos verificar as condições dos projetos, fazer as modificações necessárias, dentro das normas, para instalação de novos equipamentos e mudar os hábitos das pessoas por meio de um trabalho de conscientização da população, principalmente nas escolas, para que as famílias evitem o desperdício e, portanto, os cortes anunciados em nosso país todos os anos. Se não houver desperdício teremos energia elétrica com menor custo e por mais tempo.

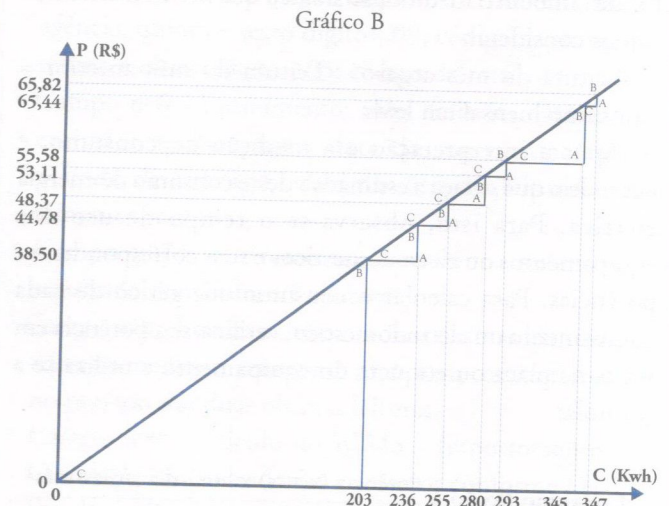
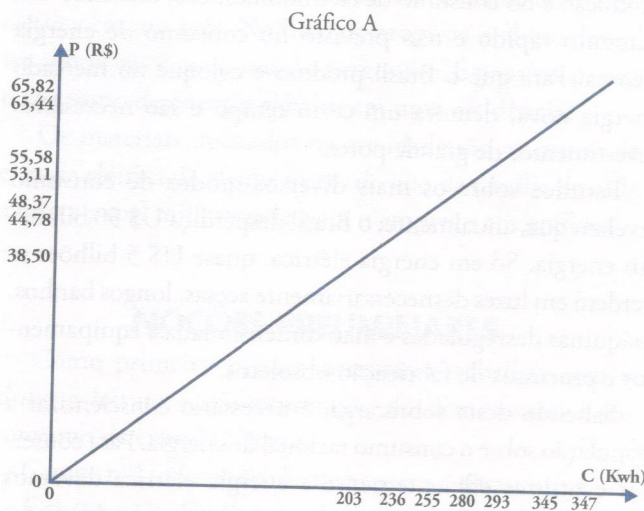
PROPOSTA DE TRABALHO

Logo após ter trabalhado o texto de conscientização, é desenvolvido o conteúdo de função polinomial do 1º grau, utilizando as informações de várias contas de energia elétrica de cada família, fazendo a leitura do consumo e do preço, completando a tabela 1 a seguir:

| Tabela 1 | | |
|--------------|-------------|-------------|
| consumo(kwh) | Preço (R\$) | Par (c,P) |
| 0 | 0 | (0,0) |
| 203 | 38,50 | (203;38,50) |
| 236 | 44,76 | (236;44,76) |
| 255 | 48,37 | (255;48,37) |
| 280 | 53,11 | (280;53,11) |
| 293 | 55,58 | (293;55,58) |
| 345 | 65,44 | (345;65,44) |
| 347 | 65,82 | (347;65,82) |

Fonte: Leitura das contas de energia elétrica.

Gráfico do preço da energia elétrica em função do consumo



Com os dados da tabela, pode-se construir o gráfico P x c ou $P(c)$ em papel milimetrado, que é o preço em função do consumo. Para construir o gráfico é necessário identificar a variável dependente, a variável independente e saber se elas são discretas ou contínuas.

O preço depende do consumo, portanto o preço é a variável dependente e o consumo, a variável independente. São variáveis contínuas porque é possível fracioná-las, portanto é necessário traçar a semi-reta para unir os pontos, conforme o gráfico A acima.

Nesse momento, para construir o modelo da função, é necessário, para cada dois pontos consecutivos do gráfico, a partir do zero, construir triângulos retângulos, cujas hipotenusas serão segmentos da semi-reta, identificando o ângulo de 90° , formado pela hipotenusa e o segmento horizontal do triângulo que é paralelo ao eixo x . É

necessário, também, batizar os vértices: ângulo reto: A; ângulo assinalado: C; e outro ângulo: B.

O passo seguinte é medir os segmentos \overline{AB} e \overline{AC} dos triângulos, anotando as medidas na tabela 2 abaixo. Para determinar cada segmento \overline{AB} , calculam-se: $b_2 - b_1$, $b_3 - b_2$, $b_4 - b_3$ e assim sucessivamente.

Para \overline{AC} , calculam-se $c_2 - c_1$, $c_3 - c_2$, e assim sucessivamente. Para medir, é necessário levar em conta a escala utilizada, ou então fazer por meio das subtrações como já foi explicado. Além disso, é necessário determinar a razão $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$, para cada triângulo, anotando os resultados na tabela 2.

A razão entre \overline{AB} e \overline{AC} é constante. Na tabela 2, deveria ser encontrado um mesmo valor para essa razão. Não se obteve um valor constante, porque todas as medidas e cálculos deveriam ser feitos com quatro algarismos após a vírgula.

Tabela 2

| | Triângulo nº1 | Triângulo nº2 | Triângulo nº3 | Triângulo nº4 | Triângulo nº5 | Triângulo nº6 | Triângulo nº7 |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| \overline{AB} | 38,5 | 6,26 | 3,61 | 4,74 | 2,47 | 9,86 | 0,38 |
| \overline{AC} | 203 | 33 | 19 | 25 | 13 | 52 | 2 |
| $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$ | $\frac{38,5}{203} = 0,1897$ | $\frac{6,26}{33} = 0,1897$ | $\frac{3,61}{19} = 0,19$ | $\frac{4,74}{25} = 0,1896$ | $\frac{2,47}{13} = 0,19$ | $\frac{9,86}{52} = 0,1896$ | $\frac{0,38}{2} = 0,19$ |

Fonte: Tabela 1.

Essa constante pode ser obtida pela média aritmética \overline{AB} e \overline{AC} :

$$\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}} = \frac{\overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB} + \overline{AB}}{\text{número de } \frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}} =$$

$$= \frac{0,1897 + 0,1897 + 0,19 + 0,1896 + 0,19 + 0,1896 + 0,19}{7} = 0,1898$$

A relação trigonométrica $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$ é a tangente do ângulo assinalado. Na conta de energia elétrica essa relação trigonométrica $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$ representa o preço do quilowatt hora (kWh) que é 0,1898. No gráfico, a relação trigonométrica $\frac{\overline{AB}}{\overline{AC}}$ é a declividade da reta representada por seu coeficiente angular.

Nesse momento, já possuímos os conhecimentos matemáticos necessários para escrever o modelo matemático que relaciona P e c .

$$P(c) = 0,1898 \cdot c$$

SIMULAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO PERÍODO DE UM MÊS

Com o modelo, podemos fazer simulações de consumo de energia elétrica dessa família.

Para fazer a simulação, vamos supor que em um determinado mês essa família tenha consumido 352 kWh e gasto R\$ 66,80 assim distribuídos:

- Nos equipamentos ou eletrodomésticos, foram consumidos 274,24 kWh e gastos R\$ 52,02, conforme tabela 3.
- Na iluminação da residência, foram consumidos 77,3 kWh e gastos R\$ 14,70, conforme tabela 4.

| Tabela 3 | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------|---------|-------------|-----------|
| | potência watts | horas/dia | dia/mês | consumo kwh | preço R\$ |
| chuveiro | 7500 | 0,33 | 30 | 74,25 | 14,09 |
| lavadora de roupa | 425 | 3 | 10 | 12,75 | 2,42 |
| ferro | 1100 | 1,5 | 5 | 8,25 | 1,57 |
| secador de cabelo | 1400 | 0,17 | 10 | 2,38 | 0,45 |
| freezer | 180 | 5 | 30 | 27 | 5,12 |
| depurador de ar | 135 | 3 | 5 | 2,03 | 0,39 |
| geladeira | 1000 | 2,5 | 30 | 75 | 14,23 |
| aquecedor (ar quente) | 1400 | 3 | 10 | 42 | 7,97 |
| lavalouça compacta | 190 | 0,75 | 10 | 1,43 | 0,27 |
| aspirador de pó | 1000 | 0,5 | 5 | 2,5 | 0,47 |
| liquidificador | 325 | 0,08 | 5 | 0,13 | 0,02 |
| tv | 100 | 1 | 30 | 3 | 0,57 |
| vídeo | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| micro sistem | 25 | 3 | 30 | 2,25 | 0,43 |
| condicionador de ar | 1500 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| microondas | 1350 | 0,08 | 30 | 3,24 | 0,61 |
| computador | 200 | 3 | 30 | 18 | 3,41 |
| impressora | 12 | 0,17 | 15 | 0,03 | 0,01 |
| mix | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | | | | 274,24 | 52,02 |

Fonte: simulação do consumo de energia elétrica de uma residência.

Tabela 4

| | lâmp | | dia | mês | | *cons | |
|--------------|------|-------|------|-----|-------|-------|------|
| lâmpadas | | watts | | | kwh | kwh | R\$ |
| sala | 2 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 9,6 | 1,82 |
| sala | 3 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 14,4 | 2,73 |
| sala | 2 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 9,6 | 1,82 |
| sala | 1 | 100 | 4 | 30 | 12 | 12 | 2,28 |
| escritório | 2 | 60 | 2 | 30 | 3,6 | 7,2 | 1,37 |
| escritório | 1 | 40 | 2 | 30 | 2,4 | 2,4 | 0,46 |
| quarto nº1 | 2 | 60 | 1 | 30 | 1,8 | 3,6 | 0,68 |
| quarto nº1 | 2 | 40 | 0,5 | 30 | 0,6 | 1,2 | 0,23 |
| quarto nº1 | 1 | 60 | 0,17 | 30 | 0,306 | 0,306 | 0,06 |
| banheiro nº1 | 2 | 100 | 1 | 30 | 3 | 6 | 1,14 |
| banheiro nº1 | 2 | 40 | 1 | 30 | 1,2 | 2,4 | 0,46 |
| quarto nº2 | 1 | 60 | 1 | 2 | 0,12 | 0,12 | 0,02 |
| quarto nº2 | 2 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| banheiro nº2 | 2 | 100 | 1 | 2 | 0,2 | 0,4 | 0,08 |
| banheiro nº2 | 2 | 40 | 1 | 2 | 0,08 | 0,16 | 0,03 |
| circulação | 1 | 40 | 1 | 2 | 0,08 | 0,08 | 0,02 |
| cozinha | 2 | 40 | 1 | 30 | 1,2 | 2,4 | 0,46 |
| lavanderia | 2 | 40 | 0,25 | 30 | 0,3 | 0,6 | 0,11 |
| sacada | 2 | 40 | 2 | 30 | 2,4 | 4,8 | 0,91 |

Fonte: Simulação do consumo de energia elétrica de uma residência.

Tabela 5

| | consumo kwh | preço R\$ | horas/dia | cons - 30% *cons kwh | pre - 30% *pre R\$ | h - 30% *h |
|-----------------------|----------------|--------------|-----------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| chuveiro | 74,25 | 14,09 | 0,33 | 51,98 | 9,86 | 0,23 |
| lavadora de roupa | 12,75 | 2,42 | 3 | 8,93 | 1,69 | 2,1 |
| ferro | 8,25 | 1,57 | 1,5 | 5,78 | 1,1 | 1,05 |
| secador de cabelo | 2,38 | 0,45 | 0,17 | 1,67 | 0,32 | 0,12 |
| freezer | 27 | 5,12 | 5 | 18,9 | 3,58 | 3,5 |
| depurador de ar | 2,03 | 0,38 | 3 | 1,42 | 0,27 | 2,1 |
| geladeira | 75 | 14,23 | 2,5 | 52,5 | 9,96 | 1,75 |
| aquecedor (ar quente) | 42 | 7,97 | 3 | 29,4 | 5,58 | 2,1 |
| lavalouça compacta | 1,43 | 0,27 | 0,75 | 1 | 0,19 | 0,53 |
| aspirador de pó | 2,5 | 0,47 | 0,5 | 1,75 | 0,33 | 0,35 |
| liquidificador | 0,13 | 0,02 | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| tv | 3 | 0,57 | 1 | 2,1 | 0,4 | 0,7 |
| vídeo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| micro sistem | 2,25 | 0,43 | 3 | 1,58 | 0,3 | 2,1 |
| condicionador de ar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| microondas | 3,24 | 0,61 | 0,08 | 2,27 | 0,43 | 0,06 |
| computador | 18 | 3,41 | 3 | 12,6 | 2,39 | 2,1 |
| impressora | 0,03 | 0,01 | 0,17 | 0,02 | 0,01 | 0,12 |
| mix | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | 274,24 | 52,02 | | 191,97 | 36,41 | |

Fonte: tabela 3

Tabela 6

| iluminação | consumo | preço | horas/dia | cons - 30% * cons | pre - 30% * pre | h - 30% *h |
|--------------|---------|-------|-----------|----------------------|--------------------|---------------|
| | kwh | R\$ | | kwh | R\$ | |
| sala | 9,6 | 1,82 | 4 | 6,72 | 1,27 | 2,8 |
| sala | 14,4 | 2,73 | 4 | 10,08 | 1,91 | 2,8 |
| sala | 9,6 | 1,82 | 4 | 6,72 | 1,27 | 2,8 |
| sala | 12 | 2,28 | 4 | 8,4 | 1,6 | 2,8 |
| escritório | 7,2 | 1,37 | 2 | 5,04 | 0,96 | 1,4 |
| escritório | 2,4 | 0,46 | 2 | 1,68 | 0,32 | 1,4 |
| quarto nº1 | 3,6 | 0,68 | 1 | 2,52 | 0,48 | 0,7 |
| quarto nº1 | 1,2 | 0,23 | 0,5 | 0,84 | 0,16 | 0,35 |
| quarto nº1 | 0,306 | 0,06 | 0,17 | 0,21 | 0,04 | 0,12 |
| banheiro nº1 | 6 | 1,14 | 1 | 4,2 | 0,8 | 0,7 |
| banheiro nº1 | 2,4 | 0,46 | 1 | 1,68 | 0,32 | 0,7 |
| quarto nº2 | 0,12 | 0,02 | 1 | 0,08 | 0,01 | 0,7 |
| quarto nº2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| banheiro nº2 | 0,4 | 0,08 | 1 | 0,28 | 0,06 | 0,7 |
| banheiro nº2 | 0,16 | 0,03 | 1 | 0,11 | 0,02 | 0,7 |
| circulação | 0,08 | 0,02 | 1 | 0,06 | 0,01 | 0,7 |
| cozinha | 2,4 | 0,46 | 1 | 1,68 | 0,32 | 0,7 |
| lavanderia | 0,6 | 0,11 | 0,25 | 0,42 | 0,08 | 0,18 |
| sacada | 4,8 | 0,91 | 2 | 3,36 | 0,64 | 1,4 |
| total | 77,266 | 14,66 | | 54,09 | 10,26 | |

Fonte: tabela 4

Supondo que, por algum motivo, essa família necessite fazer cortes no orçamento doméstico e tenha optado por diminuir o consumo de energia elétrica em 30%, são apresentadas, a seguir, algumas opções

Primeira alternativa - Redução do consumo em todos os equipamentos ou eletrodomésticos e na iluminação da residência.

Se for possível diminuir em 30% o consumo de cada equipamento ou eletrodoméstico e da iluminação da casa, teremos os seguintes dados, conforme tabelas 5 e 6.

Nos equipamentos ou eletrodomésticos a redução será de: 82,27 kWh porque $274,24 - 191,97 = 82,27$ kWh.
R\$ 15,61 porque $52,02 - 36,41 =$ R\$ 15,61.

Na iluminação, a redução será de: 23,2 kWh porque $77,3 - 54,1 = 23,2$ kWh.
R\$ 4,40 porque $14,70 - 10,30 =$ R\$ 4,40.

Fazendo as contas:
 $82,27 \text{ kWh} + 23,2 \text{ kWh} = 105,47 \text{ kWh}$.
 $\text{R\$ } 15,61 + \text{R\$ } 4,40 = \text{R\$ } 20,01$.

- 30% de 352 kWh é 105,60 kWh, este é o número de quilowatts-hora que essa família deve reduzir do consumo mensal de energia elétrica.

- 30% de R\$ 66,80 é R\$ 20,00, esta é a quantia em reais que essa família deve reduzir do total gasto com a energia elétrica.

Essa alternativa tem limitações, porque em alguns equipamentos ou eletrodomésticos não é possível diminuir o consumo. Nesse caso, é possível tomar algumas providências para o uso racional.

Segunda alternativa - Redução do consumo em alguns equipamentos ou eletrodomésticos e na iluminação.

Para reduzir o consumo de energia elétrica em 30%, vamos supor que essa família tenha optado por proceder da seguinte maneira:

- Reduzir 30% do consumo do chuveiro.

| Consumo (kWh) | Porcentagem (%) |
|---------------|-----------------|
| 74,25 | 100 |
| x | 30 |

$x = 22,28 \%$

Tal redução representa R\$ 22,28 kWh do total consumido pela família, porque $74,25 - 22,28 = 51,97$ kWh (conforme tabela 5).

O chuveiro é usado 20 min / dia e passará a ser usado 14 min / dia.

- Reduzir 30% do consumo do aquecedor (ar quente).

| Consumo (kWh) | Porcentagem (%) |
|---------------|-----------------|
| 42 | 100 |
| x | 30 |

$$x = 12,6 \%$$

Tal redução representa 12,6 kWh do total consumido pela família, porque $42 - 12,6 = 29,4$ kWh (conforme tabela 5).

O aquecedor é usado 3 h / dia e passará a ser usado 2 h 6 min / dia.

• Se a família deixar de assistir tv, nesse período, isso não será representativo no consumo de energia elétrica, porque o gasto com a tv é de apenas 3 kWh, com um preço de R\$ 0,57, isso significa 0,16 % do total do consumo mensal em energia elétrica.

• Na iluminação da residência, a proposta é deixar apenas uma lâmpada em cada spot e em cada luminária, conforme tabela 7.

Com essa medida, a família economiza aproximadamente 34 kWh, porque $77,3 - 43,7 = 33,6$ kWh.

Em reais, essa economia é de R\$ 6,39, porque, $14,70 - 8,31 = R\$6,39$. Calculando a porcentagem temos:

| Consumo (kWh) | Porcentagem (%) |
|---------------|-----------------|
| 77,3 | 100 |
| 33,6 | x |

$$x = 43,46 \%$$

Tabela 7

| iluminação | nº de lâmpadas | potência watts | horas/dia | dia/mês | consumo kwh | preço R\$ |
|--------------|----------------|----------------|-----------|---------|-------------|-----------|
| lâmpadas | | watts | | | kwh | R\$ |
| sala | 1 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 0,91 |
| sala | 1 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 0,91 |
| sala | 1 | 40 | 4 | 30 | 4,8 | 0,91 |
| sala | 1 | 100 | 4 | 30 | 12 | 2,28 |
| escritório | 1 | 60 | 2 | 30 | 3,6 | 0,68 |
| escritório | 1 | 40 | 2 | 30 | 2,4 | 0,46 |
| quarto nº1 | 1 | 60 | 1 | 30 | 1,8 | 0,34 |
| quarto nº1 | 1 | 40 | 0,5 | 30 | 0,6 | 0,11 |
| quarto nº1 | 1 | 60 | 0,17 | 30 | 0,306 | 0,06 |
| banheiro nº1 | 1 | 100 | 1 | 30 | 3 | 0,57 |
| banheiro nº1 | 1 | 40 | 1 | 30 | 1,2 | 0,23 |
| quarto nº2 | 1 | 60 | 1 | 2 | 0,12 | 0,02 |
| quarto nº2 | 1 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| banheiro nº2 | 1 | 100 | 1 | 2 | 0,2 | 0,04 |
| banheiro nº2 | 1 | 40 | 1 | 2 | 0,08 | 0,02 |
| circulação | 1 | 40 | 1 | 2 | 0,08 | 0,02 |
| cozinha | 1 | 40 | 1 | 30 | 1,2 | 0,23 |
| lavanderia | 1 | 40 | 0,25 | 30 | 0,3 | 0,06 |
| sacada | 1 | 40 | 2 | 30 | 2,4 | 0,46 |
| total | | | | | 43,686 | 8,31 |

Fonte: tabela 4

Tal redução representa aproximadamente 43 % no consumo da iluminação, conforme comparação das tabelas 4 e 7.

Com essas medidas, o consumo do chuveiro, do aquecedor e da iluminação diminuirá 22,28 kWh, 12,6 kWh e 33,6 kWh respectivamente, perfazendo um total de 68,48 kWh.

Esses cortes representam uma economia de:

| Consumo (kWh) | Porcentagem (%) |
|---------------|-----------------|
| 352 | 100 |
| 68,48 | x |

x = 19,45 %

Com essas medidas, o consumo mensal de energia elétrica dessa família diminuirá aproximadamente 20% , não atingindo o objetivo, que é uma redução de 30% , portanto, será necessário encontrar outra alternativa para chegar a redução desejada.

Terceira alternativa - Redução do consumo em alguns equipamentos ou eletrodomésticos e na iluminação.

Para reduzir o consumo de energia elétrica em 30%, vamos supor que essa família tenha optado por não usar o aquecedor, mantendo a redução de 30% para o chuveiro e a redução proposta para a iluminação.

Com essas medidas, o consumo do chuveiro diminuirá 22,28 kWh, conforme cálculo anterior, o aquecedor, não sendo usado, deixará de consumir 42 kWh e com a iluminação a redução será de 33,6 kWh.

Fazendo esses ajustes, a família economizará 97,88 kWh, que em reais representam a quantia de R\$ 18,57, porque, $22,28 + 42 + 33,6 = 97,88$ kWh.

A lei da função é $P(c) = 0,1898 \cdot c$ então:

$$P(97,88) = 0,1898 \cdot 97,88 \quad \text{Æ} \quad P(97,88) = 18,57.$$

Esses cortes representam uma economia de:

| Consumo (kWh) | Porcentagem (%) |
|---------------|-----------------|
| 352 | 100 |
| 97,88 | x |

x = 27,81 %

Com estas medidas, essa família ainda não terá atingido o seu objetivo, porque a redução será de 97,88 kWh no consumo o que representa aproximadamente 28 %. E os 30% representam uma redução de 105,6 kWh, que é aproximadamente R\$ 20,00.

Para atingir o objetivo, que é reduzir 30 % no consumo mensal de energia elétrica, essa família necessita ainda fazer pequenos ajustes, como observar de que forma os equipamentos ou eletrodomésticos que apresentam maior consumo estão sendo utilizados e viabilizar uma possível racionalização de seu uso. Por exemplo, é possível reduzir um pouco mais o uso do chuveiro? Ou ainda, é possível racionalizar o uso da lavadora de roupa?

CONCLUSÃO

Voltando a pergunta: “É possível prever o consumo de energia elétrica em uma residência?”

Concluimos que sim, para isso basta estabelecer um determinado número de kWh que deve ser consumido e calcular o número de horas que os equipamentos, os eletrodomésticos e as lâmpadas devem ficar ligados por dia e o número de dias por mês. Com isso, é possível estabelecer metas de consumo, garantir o uso racional da energia elétrica ajudando a chegar a viabilização da sustentabilidade do planeta.

Este projeto permite determinar a relação entre o preço e o consumo de energia elétrica, desenvolver o conteúdo de função do 1º grau e estabelecer metas de consumo. Para o desenvolvimento da atividade, o aluno já deve ter construído o conceito de função, deve conhecer o conceito de variável dependente e independente, variável discreta e contínua, representação gráfica, domínio e imagem. É necessário também conhecer as relações trigonométricas no triângulo retângulo.

Ao trabalhar com uma proposta de modelagem matemática o aluno desenvolve a criatividade e apresenta uma motivação maior pelas aulas de matemática. Além disso, o professor consegue envolver os aspectos social, cultural e econômico, ajudando a formar um cidadão mais consciente dos problemas da sociedade.

¹ Professora de matemática na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Mestranda da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. E-mail: maristelaalbe@nh.conex.com.br

² Orientadora. Professora titular do Departamento de Matemática da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Canoas/RS. Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Pontifícia de Salamanca, Espanha. E-mail: claudiag@ulbra.br

Referencias Bibliográficas

- BRANCO, Samuel Murgel. *Energia e meio ambiente*. 8ª ed. São Paulo: Moderna, 1993, 96 p.
- BIEMBENGUT, Maria Salett. *Modelagem Matemática & Implicações no Ensino Aprendizagem de Matemática*. Blumenau, SC: FURB, 1999.
- CARNEIRO, Vera Clotilde. *Funções elementares: cem situações-problema de matemática*. Porto Alegre: Editora/ UFRGS, 1993.
- DIAS, Sérgio Niedersberg; UNGARETTI, Regina Leitão. *Análise do potencial de conservação de energia do Vale do Rio dos Sinos*. III Congresso Nacional de Energia. La Serena - Chile. p.209-214, abr. 1996.
- GIOVANNI, José Ruy; BONJORNO, José Roberto. *Matemática 1*. São Paulo: FTD, 1992. v.1.
- PAIVA, Manoel Rodrigues. *Matemática 1*. São Paulo: Moderna, 1995. v.1.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: *Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias*. MEC. Brasília: MEC/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica. 1999.
- PORLÁN, R. e RIVERO, A. Investigación del medio y conocimiento escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, 1994, 227, 28-31.
- TROTA, Fernando; JAKUBOVIC, José; IMENES, Luiz Márcio Pereira. *Matemática Aplicada*. São Paulo: Moderna, 1980. v.1.
- UNGARETTI, Regina Leitão. *Conservação de energia: uma questão de consciência*. Revista do Centro tecnológico do Couro, Calçados e Afins - Tecnicouro - Campo Bom - RS. v.17, Out. 1996.
- VIEIRA, A. M. *Matemática y medio*. Sevilla: Díada, 1997.
- YUS, R. *Temas Transversais – em busca de uma nova escola*. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

**Professor, participe das
atividades de sua regional.
Somente com regionais
fortalecidas teremos uma
SBEM forte!**

Caro Professor,
Envie-nos seus relatos de experiência
em sala de aula a partir das sugestões
contidas nos artigos publicados na
Educação Matemática em Revista.
Teremos grande prazer em publicá-los.