

ANALISANDO MATEMATICAMENTE: ENERGIA ELÉTRICA X **ENERGIA SOLAR**

Categoria: Ensino Fundamental – Anos Finais

Modalidade: Matemática Aplicada e/ou Inter-relação com outras Disciplinas

EWERLING, Letícia Daiane; JANTSCH, Neidiane Almeida; JANTSCH, Elisa Maroski.

**Instituição participante: Escola Municipal de Ensino Fundamental Rocha Pombo –
Augusto Pestana/RS.**

INTRODUÇÃO

Há algum tempo, um termo recorrente em movimentos sociais, políticas públicas e nas escolas, é sustentabilidade, termo este, que, segundo Afonso (2006, p. 11), implica na manutenção do estoque de recursos ambientais, utilizando esses recursos sem prejudicar suas fontes, de forma que tanto as necessidades atuais, quanto as futuras, possam ser igualmente satisfeitas.

Durante as aulas de ciências da turma do 9º ano, da E.M.E.F. Rocha Pombo, foi proposto o estudo de diferentes tipos de energia. No decorrer do desenvolvimento das atividades propostas levantou-se a discussão sobre sustentabilidade e energias renováveis, aquelas que vem de recursos naturais que são naturalmente reabastecidos, como sol, vento, chuva, marés. Ao se falar da energia solar veio a dúvida: financeiramente, seria vantajoso instalar um sistema de energia solar fotovoltaico em nossas residências?

Para sanar essa dúvida partiu-se para as aulas de matemática, de onde, então, saíram os objetivos dessa pesquisa:

- Verificar como é calculado o valor a ser pago nas faturas de energia elétrica;
- Determinar qual sistema seria mais vantajoso financeiramente, a energia solar fotovoltaica ou a energia elétrica;
- Calcular o tempo de retorno do investimento (payback) de um sistema de energia solar fotovoltaico se instalados em nossas residências.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Rocha Pombo, situa-se no interior da cidade de Augusto Pestana/ RS e possui alunos oriundos da zona rural e da zona urbana. O termo sustentabilidade é rotineiro nas ações promovidas pela escola e discutir sobre as vantagens e desvantagens das energias solar e elétrica, leva a pensar sobre questões ambientais e sociais.

A turma do 9º ano é composta por nove alunos, sendo que todos envolveram-se na pesquisa, a qual se estendeu de maio a agosto, sendo desenvolvida nas aulas de matemática e ciências.

Apresentamos neste relato, as atividades desenvolvidas, bem como os resultados e conclusões alcançadas pensando no objetivo principal da pesquisa, analisar se, financeiramente, seria vantajoso instalar um sistema de energia solar fotovoltaico em nossas residências.

CAMINHOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa seguiu métodos qualitativos, considerando a pesquisa teórica e quantitativos, na parte de análise de dados através de gráficos, equações e tabelas.

As primeiras ações ocorreram antes da elaboração do projeto de pesquisa. Durante as aulas de ciências do 9º ano estudava-se os diferentes tipos de energia, onde foi proposto que, em grupos, fosse pesquisado sobre o tema e confeccionadas maquetes para elucidar o processo de produção de alguns tipos de energia.

Durante a apresentação dos trabalhos nas aulas de ciências, surgiu a questão: Financeiramente, seria vantajoso instalar um sistema de energia solar fotovoltaica em nossas residências?

A partir desse questionamento as professoras de matemática e ciências formularam o projeto que foi desenvolvido, principalmente, nas aulas de matemática.

Inicialmente a professora entregou uma conta de luz da RGE (Rio Grande Energia – concessionária distribuidora de energia elétrica na zona urbana de Augusto Pestana) e pediu que, com o auxílio de pesquisa na internet, fossem respondidas as perguntas:

- 1) O que é a conta de luz?
- 2) Quais elementos compõe a conta de luz?
- 3) Como é calculado o valor a ser pago? Ele depende do que?
- 4) O que significa as bandeiras verde, amarela e vermelha, constantes na conta de luz?

Em seguida foi proposto aos alunos a seguinte atividade: Na conta de luz entregue está indicado os valores da composição do valor pago, determine a porcentagem correspondente à cada elemento e organize um gráfico de setores para representar esses valores.

Usamos regra de três para determinar a porcentagem correspondente e depois, novamente, regra de três, para indicar o ângulo correspondente à cada setor.

Para construir o gráfico usamos compasso e transferidor.

Na ação seguinte cada aluno deveria trazer para a escola a conta de luz de sua residência, como nem todos trouxeram, as ações passaram a ser feitas em duplas.

As contas de luz da zona urbana são da RGE e da zona rural são da Ceriluz (Cooperativa Regional de Energia e Desenvolvimento Ijuí Ltda - concessionária distribuidora de energia elétrica na zona rural de Augusto Pestana). Os alunos fizeram uma comparação das contas de luz analisando, principalmente, consumo total, valor pago e valor da tarifa.

Cada aluno pesquisou, em casa, a potência de alguns aparelhos afim de organizar tabelas indicando o aparelho, o tempo de uso (horas e dias), o consumo médio de energia elétrica e o consumo em reais.

O tempo de uso de alguns equipamentos, como a geladeira, foram retirados do site da ANNEL.

O consumo de energia elétrica dos aparelhos pode ser obtido pela seguinte fórmula matemática:

$$k = \frac{t \cdot P}{1000} \quad , \text{ onde:}$$

k: consumo (quilowatts/hora)

t: tempo em que o aparelho permanece ligado (horas)

P: potência do aparelho (watts)

Para calcular o consumo, em reais, usamos tarifas encontradas nas contas de luz, sendo utilizadas as seguintes equações:

$$R = 0,29101k \text{ (tarifa da Ceriluz) e } R = 0,30895k \text{ (tarifa da RGE), onde:}$$

R: consumo em reais (valor pago)

k: consumo médio (kwh)

Através de vídeos (Lima, 2018; Silva, 2018) relembramos o funcionamento do sistema solar on grid e entendemos como calcular o custo de instalação da energia solar em uma residência.

Para determinar uma estimativa do investimento a ser feito para instalação de sistemas fotovoltaicos em nossas residências usamos um simulador do site Quantum Engenharia.

Afim de calcular o payback de um sistema solar residencial, usamos a equação

$$p = \frac{I}{E} \cdot t, \text{ onde,}$$

p: payback (em meses)

E: energia gerada (kwh/mês)

I: investimento (em reais)

t: valor da tarifa (em reais)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As usinas hidroelétricas, ou hidrelétricas, funcionam através da pressão da água que gira a turbina, transformando a energia potencial em energia cinética. Depois de passar pela turbina o gerador transforma a energia cinética em energia elétrica.

Já o sistema de energia solar fotovoltaico, ou sistema de energia solar ou, ainda, sistema fotovoltaico, é capaz de gerar energia elétrica através das chamadas células fotovoltaicas. As células fotovoltaicas são feitas de materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica através do “efeito fotovoltaico”. Atualmente o material mais difundido para este uso é o silício.

O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que, então, ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica

No caso dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica (sistemas on grid), a energia gerada através dos módulos solares, representa uma fonte de energia complementar à energia da distribuidora ao qual o usuário está conectado. Toda energia gerada pelos módulos solares fotovoltaicos, é entregue à rede elétrica instantaneamente.

O inversor solar, é instalado entre o sistema gerador fotovoltaico e o ponto de fornecimento à rede, ele recebe a energia gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente contínua e converte em energia alternada, sincronizando e injetando na rede elétrica.

A energia solar fotovoltaica gerada abastece toda a residência juntamente com a rede elétrica da distribuidora. Quando a geração solar fotovoltaica é superior à demanda, o sistema devolve a energia para rede, no sentido contrário, para ser utilizada por outros consumidores, automaticamente sem intervenção.

Quando a geração solar fotovoltaica é inferior à demanda, ou no período noturno, a diferença de energia é suprida automaticamente pela energia elétrica da distribuidora.

Após entender como são gerados os dois tipos de energia tratadas nessa pesquisa, descobriu-se que a conta de luz é um demonstrativo do valor total a ser pago para a concessionária distribuidora de energia, apresentando um histórico do consumo de energia elétrica, bem como os valores da composição da fatura (R\$).

No site da RGE (2018) conseguimos o significado de cada elemento da conta de luz e descobrimos que para calcular o valor a ser pago, todo mês é feita a leitura do medidor de energia da nossa casa, onde é indicado o consumo total de energia, o qual se dá pela soma das potências de todos os equipamentos eletrônicos, em quilowatts/hora (kwh), por um período de 27 a 33 dias.

O valor a ser pago se dá multiplicando o consumo total (kwh) pelo preço da energia (tarifa que considera os custos com transmissão, distribuição, impostos, bandeiras).

Com relação as bandeiras elas existem para passar ao consumidor a diferença de preço na geração de energia, pois nem sempre as usinas hidrelétricas dão conta da demanda e é preciso acionar as usinas termoeletricas (que produzem energia de jeito mais caro).

Na bandeira verde, as condições estão adequadas e favoráveis para geração de energia, o consumidor não sofre acréscimo na sua conta de energia. Na bandeira amarela, as condições são menos favoráveis, o consumidor sofre acréscimo de R\$ 0,25 a cada kwh consumido. Já na bandeira vermelha, as condições para geração de energia nas hidrelétricas não são favoráveis, então o consumidor sofre acréscimo de R\$ 0,55 a cada kwh.

Analisando uma fatura de energia da RGE, tinha-se o valor total da fatura de R\$ 140,36. Na própria fatura estava indicado os valores que compunham esse valor:

Energia: R\$ 45,88;	Distribuição: R\$ 24,05;	Encargos: R\$ 6,37;
Transmissão: R\$ 7,77;	Perdas: R\$ 6,60;	Tributos: R\$ 49,69.

Os quais foram convertidos nos dados apresentados no gráfico abaixo.



Fonte: As autoras (2018).

Observa-se que os tributos correspondem a maior parte do valor que compõe a fatura.

Calculando o consumo de energia de alguns aparelhos eletrônicos de nossas residências, chegamos aos seguintes dados:

Figura 1 – Consumo médio, em kwh e em R\$, dos aparelhos eletrônicos de uma residência.

Aparelho	Tempo de uso	Dias	Consumo médio em kWh	Consumo em reais	Consumo em reais
Geladeira (1100w)	12h	30	38,52	11,90	11,21
Frigider (1300w)	12h	30	109,8	33,92	31,95
TV (141w)	4h	30	8,61	2,66	2,50
Lâmpada (36w)	1h	10	0,36	0,11	0,10
Aquecedor (1800w)	8h	15	96	29,66	28,09
Ar (1900w)	8h	15	116	34,98	32,98
Secadora (1600w)	2h	10	32	9,89	9,31
Bastecedor (250w)	4h	30	6,15	2,09	1,96
Lâmpada (5500w)	3h	30	4,95	15,29	14,40
Luzes (120w)	2h	10	4	1,24	1,16
Micro-ondas (1000w)	3h	10	90	27,81	26,19
Tomada (1000w)	4h	15	12	3,71	3,49
Out (150w)	5h	15	2,25	0,70	0,65

Fonte: As autoras (2018)

Após analisar as tabelas elaboradas e as equações usadas e, com auxílio da professora, entendemos que as duas fórmulas tratam-se de funções que definem o valor pago (variável dependente) em função do consumo médio (variável independente).

A partir da análise das faturas, e considerando o consumo mensal médio das residências dos alunos, partiu-se para o cálculo do investimento da instalação do sistema solar. Para cada residência foi realizada uma simulação, onde os valores ficaram entre R\$ 7.500,00 e R\$ 45.000,00, sendo que aqueles que moram na zona rural teriam de fazer um investimento maior.

Considerando o valor mínimo de investimento e, que o sistema solar instalado geraria energia suficiente para suprir 100% da demanda de nossas residências, o payback ficaria entre quatro e onze anos, sendo que residências com consumos similares, por terem concessionárias diferentes (uma na zona rural e outra na zona urbana), teriam diferenças no payback, tendo desvantagem a propriedade da zona rural, já que sua tarifa de energia elétrica é mais baixa pelo fato de a concessionária ser uma cooperativa.

Já a residência que teria menor investimento, e payback mais rápido é cercada por árvores, sendo que, na prática, teria de instalar um sistema solar com mais placas, aumentando o investimento e por fim, prorrogando o tempo de retorno do valor aplicado.

CONCLUSÕES

Pela análise feita, considerando apenas os valores apresentados na conta de luz (consumo, tarifas, impostos, bandeiras) concluímos que o sistema solar seria mais vantajoso financeiramente, pois, após o payback, o valor que seria gasto com energia elétrica, pode ser investido de outras maneiras. Mas é preciso considerar outros fatores como localização da residência, área do telhado, benefícios agregados à conta de luz, ou seja, para sabermos qual sistema realmente seria mais vantajoso, teria de ser realizado um orçamento real do investimento a ser feito em cada residência.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Cintia Maria. **Sustentabilidade, caminho ou utopia?** São Paulo: Annablume, 2006.

ANEEL. **Aprenda a calcular o consumo de seu aparelho e economize energia.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/17-05_materia1_3.pdf/>. Acesso em: 08 de jun. de 2018.

RGE. Entenda sua conta. Disponível em: <<https://www.rge-rs.com.br/atendimento-a-consumidores/entenda-sua-conta/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

QUANTUM Engenharia. **Simulador.** Disponível em: <<http://www.quantumengenharia.net.br/simulador-de-energia/>> Acesso em: 15 de jun. de 2018.

LIMA, Ronaldo. **QUANTO CUSTA INSTALAR ENERGIA SOLAR EM SUA CASA-2018.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Cq-pYk18LJQ>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

SILVA, Nestor Lana da. **Reduzindo a conta de energia elétrica com energia solar.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=X1o8yXAZIPM&t=2s>> Acesso em: 02 jun. 2018.

Trabalho desenvolvido com a turma 9º ano, da Escola Municipal de Ensino Fundamental Rocha Pombo, pelos alunos: Ana Luiza Von Der Ham Kessler; Artur Gabriel Berwig; Guilherme Augusto Jung; Jenifer Thais Rodrigues Baisch; João Victor Bazana; Letícia Daiane Ewerling; Letícia Raquel Drews; Neidiane Almeida Jantsch; Tailine Suelen Sost.

Dados para contato:

Expositor: Letícia Daiane Ewerling; **e-mail:** leticiaeweling23@gmail.com;

Expositor: Neidiane Almeida Jantsch; **e-mail:** neidy.jantsch@gmail.com;

Professor Orientador: Elisa Maroski Jantsch; **e-mail:** lisamj@bol.com.br.