

Energia Fotovoltaica: Percepção de Estudantes e a Confecção de um Sistema de Iluminação Sustentável

Photovoltaic Energy: Student Perception and the Making of a Sustainable Lighting System

Energía Fotovoltaica: Percepción del Estudiante y Creación de un Sistema de Iluminación Sostenible

Alexsander Saves dos Santos

Professor Mestre, Universidade Brasil, Brasil.
saves.santos@gmail.com

Gisele Herbst Vazquez

Professora Doutora, Universidade Brasil, Brasil.
gisele.vazquez@universidadebrasil.edu.br



RESUMO

A energia é uma das principais necessidades da sociedade e a tendência mundial é a busca por fontes mais sustentáveis. O objetivo neste estudo foi avaliar o conhecimento de estudantes em diferentes níveis de ensino quanto ao uso da energia fotovoltaica. Foram aplicados 239 questionários a alunos dos cursos fundamental e médio de uma escola estadual em Macedônia/SP, de Engenharia Química e Direito de uma universidade em Fernandópolis/SP, de junho a agosto de 2018 e, desenvolvido um poste de iluminação sustentável como forma de despertar o interesse pelo assunto. Concluiu-se que 33% e 62% das pessoas ainda não têm o conhecimento necessário e pertinente sobre a questão da energia renovável e da energia solar fotovoltaica, respectivamente, e que, somente o saber adquirido por meio dos programas curriculares das escolas dos níveis fundamental, médio e até superior não são suficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Fontes Renováveis. Educação Ambiental. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Energy is one of the main needs of society and the world trend is the search for more sustainable sources. The objective was to evaluate the knowledge of students in different levels of education regarding the use of photovoltaic energy. A total of 239 questionnaires were applied to students from the elementary and secondary courses of a state school in Macedônia/SP, of Chemical Engineering and Law at a university in Fernandópolis/SP, from June to August 2018, and developed a sustainable lighting pole as a way of arouse interest in the subject. It was concluded that 33% and 62% of people do not yet have the necessary and relevant knowledge on renewable energy and photovoltaic solar energy, and that only the knowledge acquired through the curricular programs of the elementary, middle and high schools even higher are not enough.

KEY-WORDS: Renewable sources. Environmental education. Sustainability.

RESUMEN

La energía es una de las principales necesidades de la sociedad y la tendencia mundial es la búsqueda de fuentes más sostenibles. El objetivo fue evaluar el conocimiento de estudiantes en diferentes niveles de enseñanza, en cuanto al uso de la energía fotovoltaica. Se aplicaron 239 cuestionarios a alumnos de los cursos fundamental y medio de una escuela estatal en Macedônia/SP, de Ingeniería Química y Derecho de una universidad en Fernandópolis/SP, de junio a agosto de 2018 y, desarrollado un poste de iluminación sostenible como forma de despertar el interés por el asunto. Se concluyó que el 33% y el 62% de las personas aún no tienen el conocimiento necesario y pertinente sobre la cuestión de la energía renovable y de la energía solar fotovoltaica y que, sólo el saber adquirido a través de los programas curriculares de las escuelas de los niveles fundamental, hasta superior no son suficientes.

PALABRAS-CLAVE: Fuentes renovables, Educación ambiental. Sostenibilidad.

1. INTRODUÇÃO

A energia é uma das principais necessidades da sociedade moderna (HINRICHS; KLEINBACH, 2003). Energia, ar e água são ingredientes essenciais à vida humana. Nas sociedades primitivas seu custo era praticamente zero. A energia era obtida da lenha das florestas para aquecimento e atividades domésticas, como cozinhar. Aos poucos, porém, o consumo de energia foi crescendo tanto que outras fontes se tornaram necessárias (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

A participação das fontes não renováveis de energia, compostas pelos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) e pela energia nuclear, é de aproximadamente 80% na matriz de energia elétrica mundial, restando 20% para as fontes renováveis (BEN, 2013).

Segundo o Balanço Energético Nacional - BEN (2017), ano base 2016, o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a geração hidráulica que responde por 68,1% da oferta interna.

A tendência mundial é a busca por novas fontes de energia que possam atender ao acelerado crescimento da demanda, de forma não poluente e sustentável. No Brasil, há todas as fontes energéticas, como as já consolidadas e as que estão despontando no cenário a médio e a longo prazo (ABINEE, 2012). As fontes renováveis representam 81,7% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável (BEN, 2017).

Energias renováveis são aquelas que podem ser utilizadas de forma a não agredir o meio ambiente, reduzindo seus possíveis impactos ambientais e, dessa forma, são fontes inesgotáveis de energia, diferente das energias não renováveis, que tem limitação perante o seu uso. Entre os tipos de energias renováveis temos: a energia eólica; a energia solar; a energia nuclear; a energia hidráulica; a biomassa; a energia geotérmica, entre outras (SILVA; SILVA, 2012).

Os recursos energéticos renováveis, por sua vez, oferecem inúmeras vantagens para um mundo carente de energia, onde pode ser destacado: a diminuição na emissão de carbono na atmosfera, a redução dos impactos ambientais, a melhoria no custo-benefício e a valorização da sustentabilidade.

Conforme mencionado por Abramovay (2014), apesar da grande contribuição da hidroeletricidade à matriz energética em várias partes do mundo, sua expansão é inelástica, conflituosa e cada vez mais cara. Quando se fala em energias renováveis modernas, o foco está na solar, na eólica, na geotérmica e na biomassa.

O Sol é essencial para a vida na terra, seus raios emitem energia que pode ser convertida para aquecimento de água ou para geração de energia elétrica (PETROBRÁS, 2011). Segundo Palz (2002), a energia solar recebida pela Terra a cada ano é dez vezes superior à contida em toda a reserva de combustíveis fósseis. Mas, atualmente a maior parte da energia utilizada pela humanidade provém de combustíveis fósseis.

A irradiação por ano na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo anual de energia do mundo (BRASIL, 2007). Essa radiação, porém, não atinge de maneira uniforme toda a crosta terrestre. Depende da latitude, da estação do ano e de

condições atmosféricas como nebulosidade e umidade relativa do ar. Somente a luz do sol é capaz de produzir uma média de 1700 kWh de energia elétrica por ano para cada metro quadrado de área (BRAKMANN; ARINGHOFF, 2003).

Dentre as energias renováveis que vem apresentando um efetivo crescimento mundial nas últimas décadas, está a energia solar fotovoltaica, por possibilitar a geração de energia elétrica de forma distribuída, não necessitando, portanto, de extensas linhas de transmissão e distribuição, por ser uma fonte silenciosa, que possibilita a instalação de sistemas de diferentes potências e ainda por integrar-se às edificações no meio urbano, sem necessitar de áreas extras para sua instalação (RUTHER, 2004).

A inserção da tecnologia da energia solar fotovoltaica no mercado brasileiro é extremamente promissora. Ben (2017) destaca que a geração e a potência instalada de energia elétrica pelo uso da fonte solar fotovoltaica no Brasil foi de 53,6 GWh e 56,9 MW, respectivamente, no ano de 2017, além do país dispor, por conta de sua localização geográfica, de uma fonte inesgotável do principal insumo, o Sol.

A principal barreira para a disseminação do uso da tecnologia fotovoltaica é o seu custo inicial de instalação, ainda elevado quando comparada a outras fontes de energia. Porém, a redução de custos da tecnologia fotovoltaica tem sido extensivamente estudada e discutida na literatura, sendo geralmente aceito que quando atingir o nível de produção da ordem de Gigawatt/ano, esta tecnologia poderá se tornar competitiva em relação à geração de energia elétrica convencional (JARDIM *et al.*, 2008).

Nesse sentido, pensando-se sobre a importância da energia renovável no contexto da educação ambiental, especialmente a energia solar, pergunta-se qual é o nível de informação dos estudantes dos ensinos fundamental, médio e superior sobre a tecnologia da energia solar fotovoltaica? Quais suas percepções quanto as vantagens, aplicações e limitações?

2. OBJETIVOS

Avaliar o conhecimento de estudantes quanto a percepção sobre o conceito de energia renovável e das aplicações da energia solar fotovoltaica, por meio da aplicação de questionários a alunos dos cursos fundamental e médio de uma escola estadual no município de Macedônia/SP e, de Engenharia Química e Direito de uma universidade em Fernandópolis/SP, entre os meses de junho a agosto de 2018 e desenvolvido um poste de iluminação sustentável como instrumento de educação ambiental.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho refere-se a uma pesquisa de campo com abordagem quanti-qualitativa. Para a realização da pesquisa com os discentes, foram selecionadas duas instituições de ensino: a Escola Estadual Engenheiro Haroldo Guimarães Bastos, situada na Rua Luci Ercília, nº 335, Bairro Centro da cidade de Macedônia/SP, pertencente a Diretoria de Ensino da Região de

Fernandópolis e o campus da Universidade Brasil, situado na Estrada Projetada F-1, s/n, Fazenda Santa Rita na cidade de Fernandópolis/SP.

A escolha do primeiro local foi em decorrência do pequeno tamanho do município, com população de baixa renda e por ser uma escola pública estadual de ensinos fundamental e médio, e do segundo local, por ser uma instituição de ensino superior com alunos procedentes de diferentes cidades e estados. Foram selecionados os cursos de Engenharia Química, por ser uma área de exatas aderente ao assunto e de Direito, por ser uma área de humanas. Assim, o objetivo era obter uma amostra ampla e abrangente quanto ao grau de conhecimento sobre o assunto “energia fotovoltaica”, analisando-se grupos de diferentes idades, nível de ensino e procedência.

Para a execução da pesquisa, foi realizado o registro do projeto no site da Plataforma Brasil para obtenção do Parecer Consubstanciado do CEP (Comissão de Ética em Pesquisa) de número 2.744.042 com Certificado de Apresentação para Apreciação Ética – CAAE nº 91363218.2.0000.5494.

Inicialmente foi solicitada a autorização por meio de uma Carta de Anuência para a execução da pesquisa junto as diretorias da Escola Estadual Engenheiro Haroldo Guimarães Bastos e da Universidade Brasil. Após o aceite da participação, foram esclarecidos sobre o propósito da pesquisa, o sigilo das informações e seus direitos de acordo com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012), referente aos termos para pesquisa com seres humanos.

Aos participantes, foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e assinado em duas vias, ficando uma retida com o sujeito da pesquisa e outra arquivada pelo pesquisador. Somente após a assinatura do termo, a pesquisa foi efetivada.

Conforme cronograma de datas e horários acordados com as instituições, o questionário foi aplicado entre os meses de junho a agosto de 2018, sendo composto de 14 questões sobre idade, escolaridade e conhecimento sobre o assunto “energia fotovoltaica”, sendo 7 questões fechadas com opções para o discente e 7 questões abertas, com espaços para exposição das possíveis respostas.

O questionário foi aplicado para uma amostra de 239 discentes, sendo 125 da Escola Estadual, com 70 alunos do ensino fundamental e 55 do ensino médio, com idades entre 11 a 17 anos e o restante com 114 de alunos da Universidade Brasil, distribuídos entre 60 discentes do Curso de Engenharia Química e 54 do Curso de Direito, com idades acima de 18 anos. Durante o questionário, nenhuma intervenção foi realizada com os discentes, evitando assim qualquer resposta induzida.

Para a confecção do sistema de iluminação sustentável, foi necessário o dimensionamento dos materiais a serem utilizados, observando as seguintes etapas de desenvolvimento:

- Identificação do índice de irradiação solar na cidade de Fernandópolis/SP;
- Levantamento do consumo mensal dos itens que dependem da energia elétrica e da potência em W (Watts);
- Dimensionamento dos materiais do sistema fotovoltaico.

O índice de irradiação local é um fator fundamental nos projetos fotovoltaicos, levando-se em consideração que para um bom rendimento da placa é necessário que haja uma irradiação solar suficiente para a geração de energia desejada (SOUSA; ZAMPERIN, 2017). Segundo Villalva (2015), o melhor aproveitamento da irradiação solar ocorre quando os raios incidem perpendicularmente à superfície do módulo.

O sistema de iluminação foi construído em Macedônia/SP, porém, como não há unidade de medição de radiação solar, foi adotada a cidade mais próxima, neste caso, Fernandópolis/SP, situada à 16 km. Esse município está localizado na região sudeste do país, cuja coordenadas geográficas são: latitude 20° 17' 02" S, longitude 50° 14' 47" W, altitude de 535 m com área de 551,1 km².

Por meio das coordenadas geográficas, foi obtido as informações gráficas do índice de irradiação solar no município de Fernandópolis utilizando-se o programa SunData 3.0 do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB) e do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) (CRESESB, 2018). Segundo o CRESESB (2018), o programa SunData destina-se ao cálculo da irradiação solar diária média mensal em qualquer ponto do território nacional e constitui-se em uma tentativa do CRESESB de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos.

É de suma importância que o sistema funcione corretamente, seguindo padrões de instalação, sua inclinação deverá ser adequada com a inclinação da região onde será instalado o sistema e com sua direção voltada ao norte, para melhor aproveitamento do sol durante o dia (SOUSA; ZAMPERIN, 2017). Para região de Fernandópolis/SP, a inclinação é de 20° N.

O índice de irradiação solar médio obtido foi de 5,19 kWh/m².dia (CRESESB, 2018). O mês de dezembro apresentou maior índice, 6,24 kWh/m².dia e o mês junho, registrou menor índice, 3,93 kWh/m².dia.

Para o levantamento do consumo de energia elétrica, foi considerado uma lâmpada de 12 V de 10 W de potência, com consumo de 3600 Wh mensais.

O módulo utilizado no projeto foi o do fabricante SS Solar da marca Komaes com potência de 20W, peso de 2,0 kg e com dimensões 500 x 350 x 25 (mm). A eficiência do módulo fotovoltaico foi de 11,1% (Equação 1).

$$\eta = \frac{P_m}{G \cdot A_m} \cdot 100 (\%) = \frac{20 \text{ W}}{(1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}) \cdot (0,18 \text{ m}^2)} \cdot 100 (\%) = 11,1 \% \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

- η - eficiência do módulo fotovoltaico;
- P_m – potência do módulo fotovoltaico;
- G - insolação diária;
- A_m - área da superfície do módulo.

Para a determinação da energia produzida pelo módulo fotovoltaico, considerou-se a média da irradiação solar no plano horizontal como sendo de 5,19 kWh/m².dia e a soma do consumo

diário de energia elétrica pelos equipamentos de 240 Wh/dia, sendo o valor obtido de 103,7 Wh/dia (Equação 2).

$$E_p = E_s \times A_m \times \eta = \left(5190 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \cdot \text{dia}\right) \times (0,18 \text{ m}^2) \times (0,111) \cong 103,7 \frac{\text{Wh}}{\text{dia}} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

E_p - energia produzida pelo módulo fotovoltaico;

E_s - insolação diária;

A_m - área da superfície do módulo;

η - eficiência do módulo fotovoltaico.

Assim, o número de módulos solares necessários foi de apenas um módulo (Equação 3).

$$N_{\text{módulos}} = \frac{E_c}{E_p} = \frac{120 \text{ Wh/dia}}{103,7 \text{ Wh/dia}} = 1,157184185 \cong 1 \text{ módulo solar} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

$N_{\text{módulos}}$ - número de módulos solares;

E_c - consumo diário de energia elétrica;

E_p - energia produzida pelo módulo fotovoltaico.

O controlador de carga usado no sistema de iluminação foi o do fabricante Epever da marca Landstar modelo LS0512E. Esse controlador possui demanda de corrente elétrica igual a 5 A, o que garante com segurança o funcionamento do módulo fotovoltaico, que possui corrente elétrica máxima de 1,14 A (Ampère). O controlador de carga deve ser específico para cada bateria devido ao perfil de carga de cada tipo. As baterias são elementos de alto custo e sensíveis à sobretensão, sobrecorrente, subtensão e sobretemperatura, portanto, a menos que o banco de baterias possua uma eletrônica própria para monitorar esses parâmetros, o uso de um controlador de carga é imprescindível para preservar o banco de baterias (MAESTRI, 2018).

Para a utilização em sistemas solares fotovoltaicos, as mais recomendadas são as baterias estacionárias, tipicamente aplicadas a funções que demandam por longos períodos de corrente elétrica moderada, ao invés de sobrecargas por poucos segundos (SOUSA; ZAMPERIN, 2017). Segundo Maestri (2018), a bateria é um componente presente nos sistemas híbridos e autônomos e são elas as responsáveis por armazenar o excedente de energia para ser utilizado em momentos em que a geração fotovoltaica não é o suficiente para suprir a carga. O tipo de bateria mais utilizada nos sistemas fotovoltaicos autônomos é a de chumbo ácido devido ao seu menor custo.

Para determinar a carga necessária a ser armazenada pelo banco de baterias a ser fornecida ao sistema, foi considerado o valor da energia consumida como sendo igual a 120 Wh/dia, com um banco de baterias com capacidade de suprir em 2 dias ininterruptos o consumo, ou seja, 240 Wh, com uma taxa máxima de descarga de 50% (Equação 4).

$$E_A = E_C \cdot \text{tempo} = \left(120 \frac{\text{Wh}}{\text{dia}}\right) \times (2 \text{ dias}) = 240 \text{ Wh} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

E_A – energia acumulada;

E_C – energia consumida;

Para o cálculo da capacidade do banco de baterias foi usada a Equação 5 levando-se em consideração a energia armazenada e tensão da bateria com descarga máxima de 50%.

$$C_{\text{banco}} = \frac{E_A}{V_t \cdot 0,5} = \frac{240 \text{ Wh}}{(12 \text{ V}) \cdot 0,5} = 40 \text{ Ah} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

C_{banco} – capacidade do banco de baterias;

E_A – energia acumulada;

V_t – tensão total do banco de baterias.

O número de baterias foi calculado por meio da tensão total do banco de baterias e da tensão unitária da bateria, totalizando apenas uma bateria (Equação 6).

$$N_b = \frac{V_t}{V_{\text{unit}}} = \frac{12 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 1 \text{ Bateria} \quad \text{Equação (6)}$$

Onde:

N_b – número de baterias;

V_t – tensão total do banco de baterias;

V_{unit} – tensão unitária da bateria.

De acordo com os cálculos, o banco de bateria deve ter uma tensão de 12 V, sendo composto por uma bateria de 40 Ah. Devido ao custo, foi utilizado neste sistema de iluminação, uma bateria estacionária de chumbo-ácido do fabricante Duran Baterias da marca Delfor.

No desenvolvimento do sistema de iluminação em formato sustentável, foram utilizados os materiais da Tabela 1. Conforme apresentado, os materiais como as garrafas pet (2L), disco de grade, pneu de motocicleta e parafusos foram reaproveitáveis/reutilizáveis.

Tabela 1: Materiais utilizados para construção do sistema de iluminação.

Material	Qtde.	Valor (R\$)
Placa solar	1 un	125,00
Bateria estacionária	1 un	228,00
Controlador de carga	1 un	81,00
Sensor de luz	1 un	20,00
Fio condutor 1,5 mm	10 m	20,00
Spray tinta automotiva preta	1 un	10,00
Lâmpada 12V (10 W)	1 un	10,00
Serviço de instalação	1 un	40,00
Interruptor pequeno	1 un	0,00
Garrafa pet 2 L	10 un	0,00
Disco de grade	1 un	0,00
Fita isolante	1 un	0,00
Pneu de motocicleta	1 un	0,00
Parafusos	4 un	0,00
Total	-	534,00

Fonte: OS AUTORES, 2018.

Segundo Faria (2014), a luz e a energia elétrica são uma necessidade e um direito para todos, porém ainda há precariedade na distribuição de energia econômica e de qualidade em muitos países, como o Brasil, sendo estas, uma das premissas básicas da sustentabilidade para a igualdade e o progresso do desenvolvimento local e no mundo todo.

Para a confecção do sistema de iluminação sustentável, foi realizado um planejamento preliminar para a formalização e a elaboração do projeto básico, conforme materiais já elencados na Tabela 1. Em seguida foi elaborado o projeto técnico em AutoCad, identificando-se o layout dos componentes com as respectivas medidas e escala.

4. RESULTADOS

No desenvolvimento deste trabalho, participaram do questionário 239 discentes, sendo 52% da Escola Estadual Engº Haroldo G. Bastos e 48% da Universidade Brasil. Quanto a idade, com até 14 anos, ou seja, do ensino fundamental (do 6º ao 9º anos) participaram 70 (29%) dos alunos, do ensino médio com 15 a 17 anos (da 1ª à 3ª séries) foram 55 (23%) e do ensino superior, com mais de 18 anos, foram 60 (25%) do curso de engenharia química (2º, 4º, 6º, 8º e 10º semestres) e 54 (23%) do curso de direito (6º, 8º e 10º semestres), conforme Tabela 2, item 1.

Tabela 2: Número de participantes e resultado da pesquisa.

1 - Número de participantes da pesquisa					
Instituição de Ensino	Discentes por	Curso	Faixa Etária	Discentes	
E.E. Engº Haroldo G. Bastos	125 (52%)	Fundamental	Até 14 anos	70 (29%)	
Universidade Brasil	114 (48%)	Médio	De 15 a 17 anos	55 (23%)	
		Engenharia	Acima de 18 anos	60 (25%)	
		Direito	Acima de 18 anos	54 (23%)	
Total	239			239	
2 - "Você sabe o que é energia renovável?"					
Nível de Ensino	Fundamental	Médio	Superior	Direito	Total
Sim	44%	64%	Engenharia 93%	Química 72%	161 (67%)
Não	56%	36%	7%	28%	78 (33%)
Total	70	55	60	54	239
3 - "Em caso afirmativo, escreva o que entende por energia renovável?"					
Energia reaproveitável	74%	34%	43%	10%	39%
Recurso inesgotável/infinito	3%	57%	14%	21%	23%
Energia sustentável	0%	0%	20%	38%	16%
Recursos naturais	6%	9%	11%	26%	13%
Energia limpa	16%	0%	13%	5%	9%
4 - "Que tipos de fontes renováveis você conhece?"					
Sol	42%	43%	34%	38%	38%
Vento	10%	34%	30%	41%	30%
Água	48%	17%	23%	13%	24%
Biomassa	0%	3%	9%	8%	6%
Mares e oceanos	0%	3%	4%	0%	2%
5 - "Quais as aplicações da energia solar você conhece?"					
Não responderam	52%	34%	30%	56%	42%
Aquecimento	32%	40%	45%	23%	36%
Geração de energia elétrica	16%	26%	25%	21%	22%
6 - "Você conhece a tecnologia da energia solar fotovoltaica?"					
NAO	70%	60%	63%	59%	62%
SIM	30%	40%	37%	41%	38%
7 - "Descreva abaixo o que você sabe sobre energia fotovoltaica?"					
Não responderam	70%	60%	63%	50%	62%
Transformação da luz do sol em energia	30%	40%	23%	41%	33%
E um tipo de energia sustentável	0%	0%	13%	9%	5%
8 - "Na sua opinião, quais as vantagens do uso da energia solar fotovoltaica?"					
Não responderam	70%	60%	63%	50%	62%
Economia	17%	9%	13%	19%	15%
Sem impacto ambiental	6%	27%	12%	17%	14%
Energia limpa	7%	4%	12%	7%	7%
Disponibilidade solar	0%	0%	0%	7%	2%
9 - "E as desvantagens?"					
Não responderam	70%	60%	63%	50%	62%
Custo muito alto	16%	24%	37%	26%	25%
Não produz à noite	6%	13%	0%	15%	8%
Períodos de chuva	9%	4%	0%	9%	5%
10 - "Na sua cidade, existe algum sistema instalado de energia fotovoltaica?"					
Não sei	99%	91%	55%	61%	77%
Sim, mais de um	0%	7%	15%	19%	10%
Não tem	0%	2%	28%	7%	9%
Sim, apenas um	1%	0%	2%	13%	4%
11 - "Instalaria em sua casa um sistema de energia fotovoltaica?"					
Não	51%	51%	53%	31%	47%
Sim	20%	29%	45%	69%	39%
Não responderam	29%	20%	2%	0%	14%
12 - "Por quais motivos instalaria?"					
Não responderam	80%	71%	55%	31%	61%
Economia	17%	18%	35%	54%	30%
Preservação Meio Ambiente	1%	11%	8%	15%	8%
Pouca manutenção	1%	0%	2%	0%	1%
13 - "Atualmente, quais os motivos dos poucos projetos instalados de energia solar fotovoltaica?"					
Falta de conhecimento	49%	52%	42%	37%	45%
Custo muito alto	39%	26%	28%	34%	32%
Falta de incentivo governamental	9%	15%	22%	22%	17%
Falta de linha de crédito à juros mais baixos	4%	7%	7%	7%	6%

Fonte: OS AUTORES, 2018.

Quanto a questão “Você sabe o que é energia renovável?”, 67% dos discentes afirmaram conhecer o que é energia renovável, enquanto 1/3 dos avaliados desconhecem um assunto amplamente divulgado na atualidade (Tabela 2, item 2). Em relação aos ensinos fundamental e médio, 56% e 36%, respectivamente, desconhecem esta forma de energia. Quanto ao ensino superior, no curso de engenharia química, os que ignoram são 7% apenas, enquanto, no curso de direito, são 28%. Esse resultado era de certa forma esperado, onde quanto maior o grau de escolarização, maior o conhecimento do discente avaliado.

Do total de estudantes que afirmaram saber o que é energia renovável (161), 39% disseram que é “energia reaproveitável”, 23% como sendo um “recurso inesgotável/infinito”, 16% “energia sustentável”, 13% “energia proveniente de recursos naturais” e 9% “energia limpa” (Tabela 2, item 3). No ensino fundamental e no curso de engenharia química, a maioria dos avaliados responderam que a energia renovável é uma “energia reaproveitável”, enquanto no curso de direito, seria uma “energia sustentável” e no ensino médio um “recurso inesgotável/infinito”.

Araújo (2016) avaliando 26 alunos do curso técnico em meio ambiente concomitante com o ensino médio com idade entre 16 e 19 anos, no Instituto Federal Fluminense campus Campos-Guarus, mostrou que todos os futuros técnicos em meio ambiente já leram ou ouviram falar sobre energia renovável e que essa temática foi adquirida nas aulas de Geografia do ensino fundamental.

Domingos *et al.* (2016) avaliando 200 alunos do ensino médio com idades entre 14 a 20 anos, em Pombal/PB, em 2016, sobre o que é energia limpa, indicaram que 98% dos estudantes consideraram como sendo aquela que não libera durante o seu processo de produção ou consumo, resíduos ou gases poluentes geradores do efeito estufa e do aquecimento global.

Quanto a percepção da questão “Que tipos de fontes renováveis você conhece?”, 38% dos estudantes citaram o Sol, 30% os ventos, 24% a água, 6% a biomassa e 2% mares e oceanos (Tabela 2, item 4), sendo que destes 38% ou 61 alunos que destacaram o Sol como uma fonte renovável, 31% pertencem ao curso de engenharia química, 24% ao curso de direito, 24% ao ensino médio e 21% ao ensino fundamental

Domingos *et al.* (2016) questionando seus alunos do ensino médio em Pombal/PB sobre as fontes de energia renováveis, relataram que 62% responderam que seriam as inesgotáveis, 21% de fácil acesso, 12% poluentes e 5% seriam as fontes mais frequentes.

Em relação ao entendimento dos alunos sobre a questão “Quais as aplicações da energia solar que você conhece?”, 42% não souberam responder, 36% afirmaram que é aplicado no aquecimento de água e 22% na geração de energia elétrica (Tabela 2, item 5). Novamente os discentes do ensino superior apresentaram maiores informações quanto as aplicações da energia solar, cerca de 60%, sendo 41% referente somente aos do curso de engenharia química. Quanto ao ensino médio, este valor foi de 24% e de 16% do ensino fundamental.

De acordo com dados da ANEEL (2011), entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica.

Domingos *et al.* (2016) avaliando alunos do ensino médio em Pombal/PB, em 2016, relataram que 53% dos discentes demonstraram ter conhecimento sobre os tipos de energia solar, sendo de apenas 24% nesta pesquisa e de 60% no ensino superior, valor baixo quando comparado ao dado do ensino médio na Paraíba.

Quanto a análise de cada nível de escolaridade sobre a questão “Você conhece a tecnologia da energia fotovoltaica?”, aproximadamente 62% dos estudantes responderam desconhecer a tecnologia, enquanto esta é a percepção de 70% dos alunos do ensino fundamental. Já no ensino superior, um resultado não esperado foi o baixo conhecimento dos alunos de engenharia química 37%, que chega a ser inferior ao do ensino médio, de 40%. Dos 92 discentes que afirmaram conhecer a tecnologia da energia fotovoltaica, 29% cursam direito e 23% o ensino fundamental (Tabela 2, item 6).

Em relação a questão “Em caso afirmativo, descreva abaixo o que você sabe sobre energia fotovoltaica?”, 33% dos estudantes disseram que é uma forma de transformar a luz do Sol em energia elétrica por meio de placas solares, sendo esta a percepção de 23% dos discentes do curso de engenharia química, índice inferior ao do ensino fundamental, 30% e médio 40% (Tabela 2, item 7).

Quanto a pergunta “Na sua opinião, quais as vantagens do uso da energia solar fotovoltaica?”, 27% dos discentes do ensino médio afirmaram que é “não possuir impacto ambiental” e 17% do ensino fundamental afirmaram que é pela “economia” (Tabela 2, item 8).

Por outro lado, a percepção sobre a questão “E as desvantagens do uso da energia solar fotovoltaica?”, 62% dos entrevistados não souberam responder, 25% afirmaram que a principal desvantagem é o alto custo dos materiais e das instalações, para 8% seria a não produção de energia elétrica durante a noite e para 5% os períodos de chuva. Em relação aos discentes do ensino superior que destacaram o alto custo da energia solar fotovoltaica como desvantagem, 37% pertenciam ao curso de engenharia química e 26% ao curso de Direito (Tabela 2, item 9).

De acordo com Domingos *et al.* (2016), para 96% de seus alunos do ensino médio, a principal desvantagem do uso da energia solar seria a falta de insolação, pois como se sabe, em dias sem sol não há a geração de energia elétrica fotovoltaica.

Para Scherer *et al.* (2014), como desvantagem poderia ser citado o custo inicial para a montagem de um sistema solar, que pode ser bastante avultado e se não houver sol, não haverá energia solar.

Em relação a questão “Há sistemas solares fotovoltaicos em sua cidade”, 77% do total de alunos não souberam informar, sendo que especificamente para os alunos dos ensinos fundamental e médio este desconhecimento foi de 99% e 91%, respectivamente e de 55% no curso de engenharia química e 61% no de direito (Tabela 2, item 10).

Por sua vez, a percepção sobre a questão “Instalaria em sua casa um sistema de energia fotovoltaica?”, 47% não instalariam devido ao alto custo dos materiais, como as placas solares, os inversores e as baterias, 39% afirmaram que sim e 14% não responderam. Dos favoráveis a instalação, 69% eram do curso de Direito, 45% do curso de Engenharia Química, 29% do Ensino Médio e 20% do Ensino Fundamental (Tabela 2, item 11).

Quanto a questão “Em caso afirmativo, por quais motivos instalaria?”, 61% não responderam e para 30% dos discentes a “economia” seria o principal fator. Em relação ao nível de escolaridade, 54% dos alunos do curso de Direito e 35% do de Engenharia Química também destacaram a economia do sistema (Tabela 2, item 12), sendo que, em média, 76% dos discentes dos Ensinos Fundamental e Médio não souberam responder.

Sobre o entendimento da questão “Atualmente, quais os motivos dos poucos projetos instalados de energia solar fotovoltaica?”, 45% dos alunos afirmaram que é pela falta de conhecimento, sendo deste total, 52% pertencem ao ensino médio, 49% ao ensino fundamental, 42% ao curso de Engenharia Química e 37% ao curso de Direito. A falta de incentivo governamental foi a escolha de 22% dos discentes tanto do curso de Engenharia Química, quanto do curso de Direito (Tabela 2, item 13).

Em seu trabalho “Estudo da percepção de alunos de uma escola pública de ensino fundamental sobre o uso racional de energia elétrica e suas formas alternativas” realizado na cidade de Pains/MG em 2013, Nativo (2014) cita que o conhecimento repassado pela grade curricular não é suficiente e menciona que são necessários alguns complementos como uma cartilha específica sobre o assunto e um treinamento para os professores para capacitá-los.

Rech e Shimin (2016) por meio de um projeto de intervenção pedagógica sobre energia limpa a 26 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola em Vitorino/PR, concluíram que nem todos os alunos conseguem conceituar “Energia” e nem as classificar em renováveis e não renováveis.

Entende-se que o aluno precisa associar os conhecimentos que adquire em sala de aula com a realidade que vivencia em seu cotidiano, em uma compreensão de que a criança não é um cidadão apenas do futuro, mas é cidadão hoje, de modo que “conhecer a Ciência amplia a sua possibilidade presente de participação social” (FABRI; SILVEIRA, 2013).

Assim, como forma de despertar o interesse dos educandos, confeccionou-se um poste de iluminação sustentável (Figura 1). Para a sua confecção, foram gastos 3,0 dias de efetivo trabalho, executando as atividades 8 horas/dia. A maior dificuldade foi a fixação do tubo no disco e do suporte da placa, onde foi necessário a soldagem das partes.

Figura 1: (a) Sistema de iluminação sustentável, (b) Sensor de luz, lâmpada e interruptor e (c) Placa solar.



Fonte: OS AUTORES, 2018.

Foram utilizadas 10 garrafas pets de 2 litros, cortadas nas duas extremidades e encaixadas uma sobre a outra e um pneu usado de motocicleta foi revestido no disco com o objetivo de garantir a estabilidade do sistema. O sistema funcionou tanto de forma manual, quando foi acionado por contato por meio do interruptor, como automático, por meio do sensor de luz.

Para o sistema de iluminação, foi adquirido uma placa solar com área de $0,18 \text{ m}^2$, com potência elétrica de 20 W , corrente elétrica máxima de $1,14 \text{ A}$ e produção de potência de $2,50 \text{ kWh/mês}$. A placa solar deste projeto apresentou eficiência de $11,1\%$.

Considerando um consumo diário de 120 Wh de uma lâmpada de 10 W durante 12 horas, a energia produzida pelo módulo fotovoltaico foi de $103,7 \text{ Wh/dia}$. De acordo com os cálculos, foi utilizado apenas um módulo fotovoltaico.

A bateria de 40 Ah apresentou uma autonomia de 4,0 dias (consumo em 12 h/dia), mantendo ligada uma lâmpada de 10 W e levou cerca de 17,5 horas para o carregamento total, aproximadamente 2,0 dias, considerando uma média de 9 horas de insolação diária.

Considerando a concessionária local Elektro Distribuidora de Energia, foi realizado o cálculo do valor do consumo por meio da “Simulação da Conta” disponível em <https://simulador.elektro.com.br/index/simulacao>.

O sistema de iluminação permitiu uma economia de R\$ 3,01 mensais, com retorno do projeto em 14,8 anos, sendo que a placa solar tem validade de eficiência de 30 anos e a bateria de 5 a 10 anos.

Com a análise dos resultados dos questionários, o sistema de iluminação sustentável foi apresentado aos discentes como instrumento didático, para que os mesmos pudessem interagir com o equipamento, de modo a entender melhor a sua construção e seu funcionamento. Ficou claro e evidente o interesse dos alunos, uma vez que o contato direto com o projeto facilitou um melhor entendimento sobre energia solar fotovoltaica.

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que 33% e 62% dos alunos dos Ensinos Fundamental e Médio de Macedônia/SP e do Ensino Superior de Fernandópolis/SP desconhecem o que é energia renovável e o que é energia solar fotovoltaica, respectivamente.

A maioria conceituou a energia renovável como sendo uma energia reaproveitável, indicando o Sol como a principal fonte utilizada somente no aquecimento da água, o que evidencia um desconhecimento da abrangência do assunto.

Apenas o saber adquirido por meio dos programas curriculares básicos das escolas dos níveis fundamental, médio e até superior não são suficientes, havendo, porém, avanços à medida que o estudante evolui no nível de ensino.

Portanto, são necessários materiais específicos e treinamento dos professores, sendo a construção de um sistema de iluminação sustentável com o reaproveitamento de materiais recicláveis aqui proposto, um instrumento de educação ambiental que pode ser utilizado com êxito nas escolas.

Destaca-se ainda, a viabilidade do projeto de iluminação no sentido da economia, da redução de impactos ambientais e da geração de energia limpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Proposta para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira**. São Paulo: PSR, 2012. 176 p.

ABRAMOVAY, R. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 1-18, jul./set. 2014.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relatório ANEEL 2010**. Brasília: ANEEL, 2011. 92 p.

ARAÚJO, G. S. **Energia renovável ou “limpa”? Buscando a percepção dos alunos concluintes do curso técnico em meio ambiente do IFF campus Campos Guarus**. 2016. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Lato Sensu em Educação Ambiental) - Instituto Federal Fluminense, Campos-Guarus, 2016.

BEN - **Balanco Energético Nacional 2013: Ano base 2012**. EPE / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2013. 288 p.

BEN - **Balanco Energético Nacional 2017: Ano base 2016**. EPE / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2017. 292 p.



BRAKMANN, G.; ARINGHOFF, R. **Solar Thermal Power**. Greenpeace, 2003. Disponível em: <www.greenpeace.org/hk/Global/hk/planet-2/report/2003/10/2020.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME / EPE, 2007. 226 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional da Saúde, CNS. Resolução CNS nº 466, de 12 de dezembro de 2012. In: _____. **Resoluções**, Brasília, 2012. 12 p.

CRESESB - **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, 2018**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 01 set. 2018.

DOMINGOS, A. T. S. *et al.* Escola solar: uma proposta para aprendizagem do ensino médio. In: CONIDIS – CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 1., Campina Grande, PB. **Anais Eletrônicos...**, Campina Grande, PB: UFCG, 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD4_SA6_ID1093_22102016134243.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2018.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. F. O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Ponta Grossa, v. 18, n. 1, p. 77-105, 2013.

FARIA, A. C. **Iluminação sustentável: os benefícios do uso da tecnologia LED nos projetos de iluminação**. 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10203/11796>>. Acesso em: 30 set. 2018.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

JARDIM, C. D. S. *et al.* The strategic siting and the roofing area requirements of building-integrated photovoltaic solar energy generators in urban areas in Brazil. **Energy and Buildings**, Brasil, ed. 3, v. 40, p. 365-370, 2008.

MAESTRI, H. G. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico autônomo para alimentação de um dispositivo de monitoramento de parâmetros elétricos em linhas de transmissão**. 2018. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

NATIVO, M. O. **Estudo da percepção de alunos de uma escola pública de ensino fundamental sobre o uso racional de energia elétrica e suas formas alternativas**. 2014. 36 f. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

PALZ, W. **Energia Solar e Fontes Alternativas**. São Paulo: Hemus, 2002.

PETROBRÁS. **Fontes de Energia - 2011**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/outras-fontesenergia/>>. Acesso em: 4 ago. 2018.



RECH, M. M.; SHIMIN, E. S. Abordagem à energia limpa e como ensinar na escola acerca de fontes alternativas e renováveis de energia. **Cadernos PDE**. Versão online, Paraná, v. 1, 2016.

RUTHER, R. **Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial de geração solar fotovoltaica integradas às edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública do Brasil**. Florianópolis: UFSC/LABSOLAR, 2004. 114 p.

SCHERER, L. A. *et al.* Fonte alternativa de energia: energia solar. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 20., 2015, Cruz Alta, **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2015. Disponível em: <<https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais2015/xx%20seminário%20interinsinterinsti%202015%20%20anais/graduacao/graduacao%20%20resumo%20expandiex%20%20exatas,%20agrarias%20e%20ambientais/fonte%20alternativa%20de%20energia%20energia%20solar.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

SILVA, P. R. A.; SILVA, V. O. Energia Solar: abordagem de uma fonte renovável de energia. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas, **Anais Eletrônicos...** Palmas: IFPB, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/5381/1412>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SOUSA, T. L.; ZAMPERIN, J. L. B. Análise e dimensionamento de um sistema fotovoltaico off-grid em um food truck. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, v. 2, n. 1, p. 119-135, jan./ago. 2017.

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações - Sistemas isolados e conectados à rede**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2015. 224 p.