

DESENVOLVIMENTO DE RASTREADOR SOLAR DIDÁTICO DE UM EIXO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Luiz José de Bessa Neto (UFERSA) - luizjbessa@outlook.com

Marcelo Roberto Bastos Guerra Vale (UFERSA) - marceloguerra@ufersa.edu.br

Fabiana Karla O. M. Varella Guerra (UFERSA) - fkv@ufersa.edu.br

Resumo:

Nos últimos anos, a energia solar se estabeleceu como uma das principais fontes de energia renovável, auferindo grande espaço na geração de eletricidade ao redor do mundo. No entanto, devido ao baixo rendimento dos painéis fotovoltaicos, faz-se necessário buscar tecnologias para maximizar a produção de energia elétrica. Nesse viés, o presente estudo tem por objetivo desenvolver um protótipo de um rastreador solar para aplicações didáticas, controlado com a plataforma Arduino®, que possibilite a movimentação de placas fotovoltaicas em relação às posições do sol ao longo do dia através de um sistema eletromecânico, otimizando, dessa maneira, a eficiência da geração solar fotovoltaica e outorgando melhorias para o efeito fotovoltaico. O sistema de rastreamento solar desenvolvido neste trabalho foi apresentado de forma oral e prática em duas escolas de nível médio do município de Mossoró/RN, sendo uma da rede pública, e outra da rede privada, sempre mantendo a média de idade dos alunos, no caso, em torno de 16 anos, contemplando uma média de 60 estudantes em cada uma das visitas. Dessa forma, conclui-se que o presente estudo contribui de forma significativa para disseminar conhecimentos concernentes à geração solar fotovoltaica, bem como ao estudo de rastreadores solares no ambiente escolar, suscitando, deste modo, o interesse e a curiosidade dos alunos em relação à temática abordada.

Palavras-chave: *Energias Alternativas, Rastreador Solar, Eficiência Energética*

Área temática: *Mercado, economia, política e aspectos sociais*

Subárea temática: *Educação e capacitação em energias renováveis*

DESENVOLVIMENTO DE RASTREADOR SOLAR DIDÁTICO DE UM EIXO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Luiz José de Bessa Neto – luizjbessa@outlook.com

Marcelo Roberto B. Guerra Vale – marceloguerra@ufersa.edu.br

Fabiana Karla de O. M. Varella Guerra - fkv@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semiárido – Campus Mossoró/RN, Departamento de Engenharia e Tecnologia

Resumo. Nos últimos anos, a energia solar se estabeleceu como uma das principais fontes de energia renovável, auferindo grande espaço na geração de eletricidade ao redor do mundo. No entanto, devido ao baixo rendimento dos painéis fotovoltaicos, faz-se necessário buscar tecnologias para maximizar a produção de energia elétrica. Nesse viés, o presente estudo tem por objetivo desenvolver um protótipo de um rastreador solar para aplicações didáticas, controlado com a plataforma Arduino®, que possibilite a movimentação de placas fotovoltaicas em relação às posições do Sol ao longo do dia através de um sistema eletromecânico. O sistema de rastreamento solar desenvolvido neste trabalho foi apresentado de forma oral e prática em duas escolas de nível médio do município de Mossoró/RN, sendo uma da rede pública, e outra da rede privada. A idade média dos alunos foi de 16 anos, contemplando uma média de 60 estudantes em cada uma das visitas. Dessa forma, conclui-se que o presente estudo contribui de forma significativa para disseminar conhecimentos concernentes à geração solar fotovoltaica, bem como ao estudo de rastreadores solares no ambiente escolar, suscitando, deste modo, o interesse e a curiosidade dos alunos em relação à temática abordada.

Palavras-chave: Energias Alternativas, Rastreador Solar, Eficiência Energética

1. INTRODUÇÃO

A geração de energia pelo Sol é inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz, e tem se tornado uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentar os desafios do novo milênio. Quando se trata de energia, deve-se lembrar que o Sol é responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia, em outras palavras, as fontes de energia são, em última instância, derivadas da energia emitida pelo Sol (Bajpai e Kumar, 2011).

No entanto, com o crescente aumento da população mundial e, conseqüentemente, do consumo de energia elétrica no mundo, cada vez mais se torna importante o uso de fontes de energias alternativas, visto que com o passar do tempo haverá cada vez mais dificuldade em se obter os recursos necessários para a geração de energia por meio das fontes de energia convencionais esgotáveis, como, por exemplo, os combustíveis fósseis. Nesse contexto, as tecnologias devem levar em consideração além da eficiência energética, o apelo ambiental a qual o mundo está inserido.

Dentre as formas de aproveitamento da energia solar, a geração fotovoltaica de energia elétrica apresenta-se como uma das mais promissoras. Este tipo de geração de eletricidade vem chamando atenção pela disponibilidade e crescimento da capacidade instalada, geração de eletricidade limpa, não realizando emissão de gases de efeito estufa ou de gases ácidos e não sendo necessária a formação de lagos para reservatórios, sendo o desmatamento somente realizado em alguns casos, devido, na maioria das situações, os parques de geração serem construídos em locais desérticos ou semiáridos (Renosto *et al.*, 2018).

Entre as tecnologias utilizadas em geração distribuída a partir de fontes renováveis, o emprego da geração solar por células fotovoltaicas tem auferido grande espaço nos sistemas elétricos ao redor do mundo. No Brasil, observa-se que a partir da resolução normativa 482/2012 publicada pela ANEEL, regulando a conexão de micro e minigeração à rede elétrica, somada aos, relativamente, elevados índices de radiação solar do território brasileiro indicam um cenário favorável para o aumento significativo da implantação de sistemas fotovoltaicos distribuídos conectados à rede elétrica (Shufat, 2019).

O rendimento dos sistemas de geração solar fotovoltaica ainda é considerado baixo, fazendo-se necessário buscar tecnologias de otimização dos painéis solares, tornando, dessa forma, a fonte solar mais eficiente e conseqüentemente competitiva frente a outras fontes renováveis de energia. Nesse sentido, estudos com o uso de rastreadores solares vêm sendo desenvolvidos ao redor do mundo, e denotam acréscimos significativos na produção de energia elétrica, haja vista que aumentam a densidade de potência incidente no plano dos módulos fotovoltaicos (Kulkarni *et al.*, 2013).

Ante o exposto, o vigente trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de rastreador solar controlado com a plataforma Arduino®, que proporcione a movimentação de placas fotovoltaicas em relação às posições do Sol ao longo do dia através de um sistema eletromecânico.

2. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM RASTREAMENTO SOLAR

Um rastreador solar é um dispositivo que acompanha a trajetória do Sol de Leste para Oeste durante o dia. Nesse sentido, rastreadores solares buscam manter os painéis fotovoltaicos, ou arranjos de painéis, concentradores de energia, ou coletores solares orientados diretamente para os raios de luz provenientes do Sol, regulando o ângulo entre o raio de incidência e o painel solar em 90° (Cortez, 2012).

Desse modo, o uso de rastreadores solares aumenta significativamente a quantidade de energia solar incidente nos painéis fotovoltaicos. Esse tipo de dispositivo pode aumentar de 30 a 40% a produção de eletricidade, variando conforme o local de instalação do sistema fotovoltaico, e com o tipo de rastreador solar utilizado para controle de posição (Pinto *et al.*, 2010) e (Cortez, 2012).

Os rastreadores solares podem ser classificados em relação ao número de eixos rotativos e a estratégia de rastreamento da posição do Sol. Nesse viés, nos rastreadores solares de um eixo, os painéis podem girar em volta de um eixo vertical, de um eixo inclinado (ou polar), ou de um eixo horizontal. O eixo inclinado pode ter uma orientação norte-sul, isto é paralelo ao eixo de rotação da Terra, dependendo da latitude do lugar. O eixo horizontal pode ser conduzido na direção norte-sul (rastreado o Sol de Leste para Oeste) ou na direção Leste-Oeste (com seguimento norte-sul) (Silva, 2012). A Fig. 1 representa os tipos de eixos de um rastreador solar de um grau de liberdade.

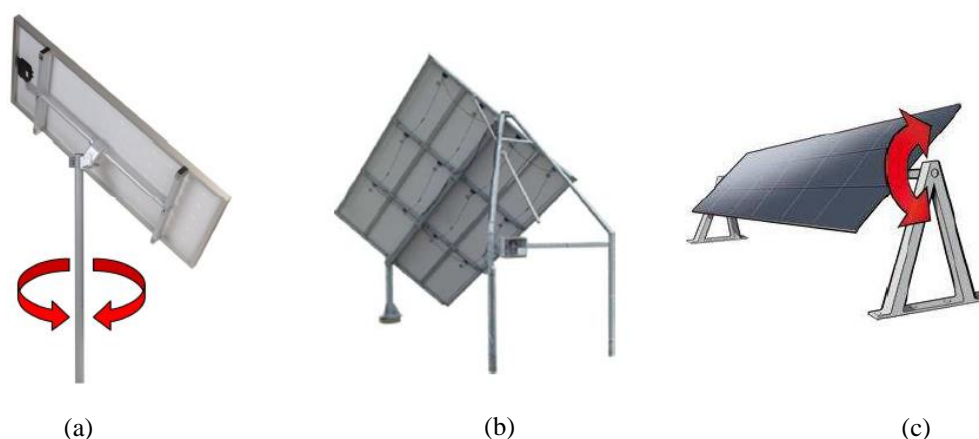


Figura 1 - Tipo de eixos: (a) Um eixo vertical; (b) Um eixo polar; (c) Um eixo horizontal. Adaptado de (Silva, 2012)

Esse tipo de rastreador apresenta menor custo e menor precisão. No entanto, a eficiência energética desse tipo de configuração de eixo é maior em regiões equatoriais, onde a incidência dos raios solares não varia expressivamente com o movimento da Terra em relação ao Sol (Vieira, 2014).

Em contrapartida, um rastreador solar com dois graus de liberdade combina o eixo horizontal com o eixo vertical. À vista disso, esse sistema de rastreamento solar consegue captar mais a luz, proporcionando uma maior densidade de potência incidente na superfície do módulo. Todavia, esse arranjo de eixos é mais complexo com relação à mecânica e ao controle de posição, além de apresentarem maior custo, embora sejam mais precisos. Pelo fato de haver movimentação em todos os sentidos, para a implementação deste tipo de rastreador, faz-se necessário uma maior área de terreno. A Fig. 2 denota um rastreador solar de dois eixos.

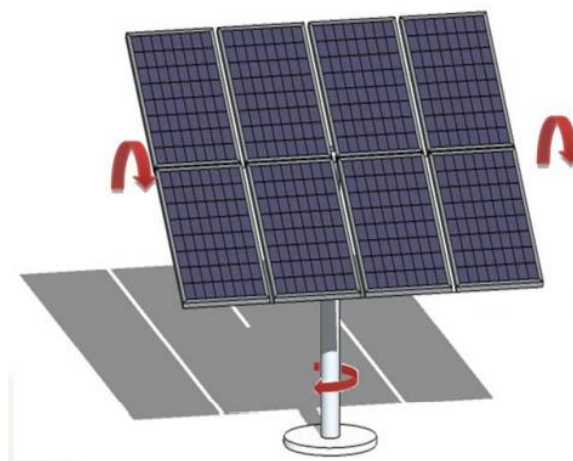


Figura 2 - Rastreador solar de dois eixos. Adaptado de (Vieira, 2014)

Por todo o exposto, um estudo pertinente relacionado à eficiência de sistemas de geração solar fotovoltaica desenvolvido na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) é apresentado por (Vieira, 2014), demonstrando uma análise comparativa do desempenho entre um painel solar estático e com rastreamento em um eixo na cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, situada no semiárido nordestino. Em virtude da cidade estar posicionada próxima à linha do Equador, a irradiação solar incidente não sofre grandes oscilações e a posição de elevação do Sol mantém-se praticamente constante no decorrer do ano, justificando a utilização de um rastreador solar de apenas um grau de liberdade. Deste modo, o ganho médio na geração de energia do módulo móvel foi de 11% em relação ao módulo estático, desconsiderando a energia consumida pelo próprio sistema de rastreio. Dessa maneira, o baixo aumento na eficiência do módulo móvel com o sistema de rastreamento solar se deve à proximidade da região com a linha do equador, haja vista que não há variações drásticas na posição do Sol ao longo do ano.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de desenvolver um sistema de rastreamento solar compacto e difundir conhecimentos concernentes à geração solar fotovoltaica nas escolas de nível médio do município de Mossoró/RN, confeccionou-se um protótipo de um rastreador solar de um eixo em pequena escala voltado para aplicações didáticas. Nesse sentido, para o desenvolvimento do mesmo utilizou-se os seguintes componentes: uma célula fotovoltaica de silício monocristalino, possuindo uma potência de 1,98Wp; dois sensores de luminosidade LDR (*Light Dependent Resistors*), pelo qual são utilizados para a detecção do posicionamento do Sol ao longo do dia; um servomotor com uma faixa de rotação de 180°, que atua no direcionamento vertical da célula fotovoltaica; e uma plataforma Arduino® Mega para a automação do sistema fotovoltaico.

O mecanismo que permite o rastreamento solar foi projetado com uma estrutura metálica leve, proporcionando, dessa maneira, movimentos suaves e precisos. Neste caso, o servomotor está encaixado na extremidade da primeira estrutura que é fixada na base quadrangular. A parte girante do servomotor está conectada a uma segunda estrutura, pelo qual também é fixada a célula fotovoltaica e a estrutura de sombreamento comportando os sensores de luminosidade. Dessa forma, à medida que o servomotor é acionado pelo Arduino® Mega, o segundo mecanismo acompanha esse movimento e rotaciona a célula fotovoltaica em direção à posição da luz no decorrer do dia, fornecendo uma maior eficiência na geração de eletricidade. Para demonstrar a utilização da energia gerada pelo sistema fotovoltaico, utilizou-se uma bateria de 12V que armazena a energia produzida e alimenta um *cooler*. A Fig. 3 denota o protótipo do rastreador solar de um eixo desenvolvido neste trabalho.

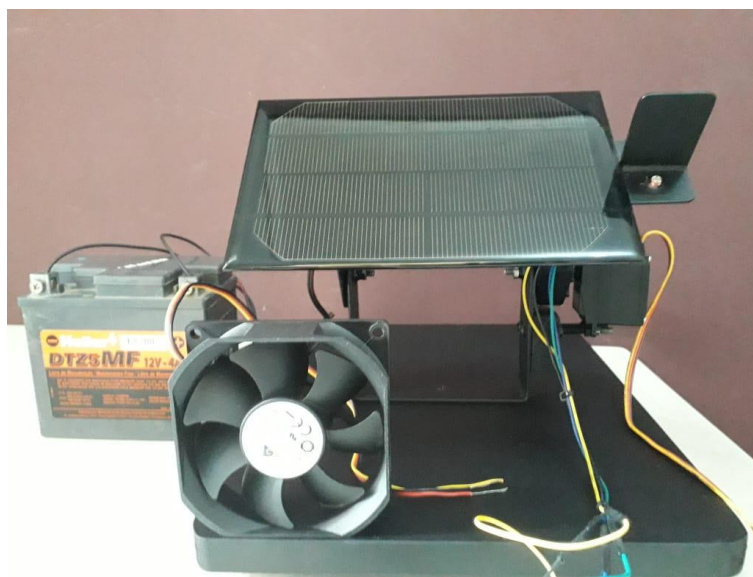


Figura 3 - Rastreador solar para painéis fotovoltaicos com aplicações didáticas. (Bessa Neto, 2019)

3.1 Descrição dos componentes eletrônicos do rastreador solar

Visando demonstrar a geração de eletricidade do sistema de rastreamento solar, utilizou-se uma célula fotovoltaica de Si (silício) monocristalino, que é a unidade fundamental do processo de conversão da energia luminosa em energia elétrica. Nesse viés, o seu princípio de funcionamento baseia-se no efeito fotovoltaico que é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, suscitada pela absorção da luz. Desse modo, um conjunto de células fotovoltaicas encapsuladas em série-paralelo formam os chamados módulos fotovoltaicos.

O sensor LDR (*Light Dependent Resistors*), é um dispositivo semicondutor eletrônico que possui dois terminais e a interessante característica de apresentar uma certa resistência de acordo com a quantidade de luz incidente sobre ele de

forma quase linear, além de ser um elemento não polarizado, fazendo com que a corrente possa circular em ambos os sentidos. Sabendo que elementos condutores na teoria eletrostática denotam uma diferença energética entre a banda de valência e a banda de condução praticamente nula (sem oferecer obstáculos à passagem de corrente) e que materiais isolantes se comportam de maneira inversa (diferença energética muito grande); os semicondutores, por sua vez, têm a diferença de energia entre o valor dos condutores e dos isolantes e necessitam de alguma força externa, como por exemplo, a luminosidade e a temperatura para conduzir a corrente elétrica (Mendes Júnior e Stevan Júnior, 2013).

Para o direcionamento da célula fotovoltaica em relação à posição solar ao longo do dia, utilizou-se um servomotor com uma faixa de rotação de 180° acoplado em uma das extremidades da estrutura do rastreador solar. Este dispositivo eletromecânico apresenta um eixo que se movimenta proporcionalmente a um sinal digital. Por esse motivo, diferentemente de motores convencionais, que compreendem um eixo que gira livremente sem um controle efetivo de posição, os servomotores possuem a capacidade de controlar precisamente seu giro, garantindo, dessa maneira, uma posição aproximada. Essa característica torna-se possível em virtude de um sistema eletrônico de controle e um potenciômetro que está ligado ao seu eixo de saída, pelo qual possibilita monitorar o ângulo do eixo do servomotor. A Fig. 4 representa as partes constituintes de um servomotor.

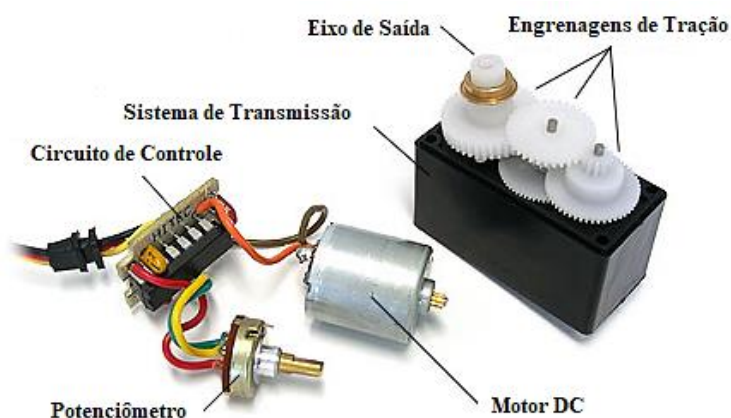


Figura 4 - Representação dos componentes que constituem um servomotor. Adaptado de (Robocore, 2019)

Para a automação do sistema do rastreamento solar fotovoltaico desenvolvido, empregou-se a plataforma Arduino® Mega. Baseado no microcontrolador ATmega2560 que possui 256 KB, o Arduino® Mega comporta 54 pinos de entradas e saídas digitais, pelo qual 15 destes podem ser utilizados como saídas PWM. Ademais, o mesmo apresenta 16 entradas analógicas e 4 portas de comunicação. Não obstante, a alimentação da placa pode ser feita através de um adaptador AC-DC, ou ainda pela entrada USB, permitindo, dessa forma, a comunicação serial com computador. É válido ressaltar que poderia ser utilizado qualquer outra plataforma Arduino® para a automação e controle do sistema de rastreamento solar sugerido neste estudo, como por exemplo, o Uno, Nano ou Micro.

3.2 Simulação do circuito eletrônico de controle do rastreador solar

No sistema de rastreamento solar, o microcontrolador recebe os sinais analógicos enviados pelos sensores de luminosidade (LDR's) de forma proporcional à intensidade de luz incidente sobre os mesmos, que é diferenciada por uma estrutura de sombreamento. Nesse sentido, as linhas de comandos convencionais inseridas na programação do Arduino® buscam realizar o equilíbrio dos sinais recebidos e convertê-los em valores digitais que são enviados ao servomotor, pelo qual o mesmo irá rotacionar a célula fotovoltaica em ângulos específicos de acordo com a posição do Sol. A Fig. 5 evidencia o circuito eletrônico de controle do rastreador solar.

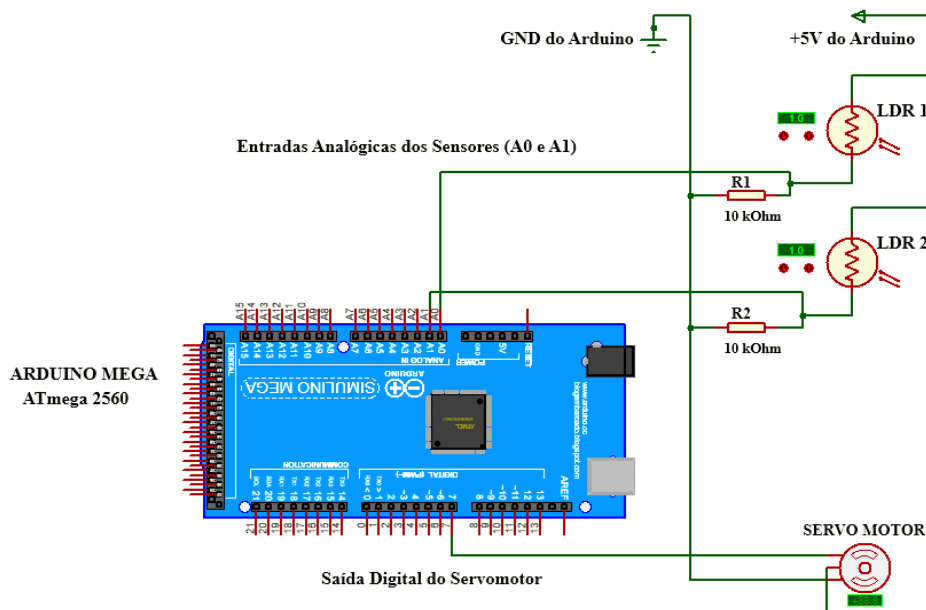


Figura 5 - Plataforma Arduino® Mega ATmega2560. (Bessa Neto, 2019)

O sistema de sensoriamento da posição solar é formado por um artefato constituído por dois fotoresistores LDR (*Light Dependent Resistors*) de 5mm separados por um anteparo opaco responsável por gerar a sombra decorrente do movimento do Sol. Os LDRs detectam a variação de luminosidade à medida que algum sensor for sombreado devido à movimentação natural do Sol. Dessa maneira, o microcontrolador identifica essa diferença e aciona comandos de atuação para corrigir a posição do painel fotovoltaico de modo que os dois sensores recebam a mesma incidência de luz. A Fig. 6 representa a disposição dos sensores na estrutura de sombreadamento.

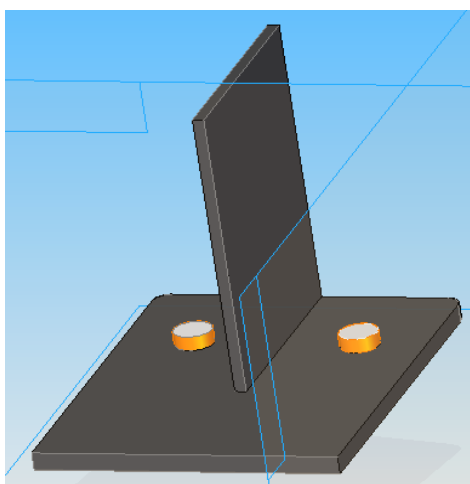


Figura 6 - Sensores LDRs separados por anteparo. (Bessa Neto, 2019)

Faz-se imprescindível salientar, que o sistema de rastreamento solar sugerido neste trabalho, pode ser utilizado em qualquer parte do mundo por ser auto regulável, não sendo primordial nenhum parâmetro de determinação de horário, de fatores climáticos, definição de coordenadas geográficas ou orientação de posicionamento para a instalação do equipamento. Em vista disso, assim que o operador instalar o dispositivo, o sistema fará o rastreamento automático do posicionamento do Sol, ajustando os ângulos conforme a movimentação solar ao longo do dia.

3.3 Aplicação didática

O sistema de rastreamento solar desenvolvido no presente trabalho foi apresentado para turmas de nível médio de forma oral e prática em duas escolas do município de Mossoró/RN. Antes de iniciar a apresentação, foi entregue um questionário com o intuito de analisar se os alunos teriam algum conhecimento prévio dos fundamentos básicos da energia solar, bem como das suas possíveis aplicações. O questionário possui quatro perguntas básicas: (1) O que é energia solar? (2) De que forma a energia solar pode ser utilizada (tendo como alternativas: geração de energia térmica, geração de energia elétrica ou não sei responder), (3) Conhece a energia solar fotovoltaica? Por fim, a (4) Você tem conhecimento

que a energia solar pode gerar energia para abastecer a sua residência? Almejando preparar os alunos das escolas para as feiras de ciências regionais e estaduais, bem como propiciar um contato inicial dos mesmos com a tecnologia da geração solar fotovoltaica, escolheu-se discentes da primeira e segunda série do ensino médio para assistirem as apresentações.

Após aplicado o questionário, iniciou-se a apresentação salientando sobre a energia solar, esclarecendo seus termos e aplicações. Posteriormente, definiu-se os tipos de radiação solar (direta e difusa), bem como as suas características. Por conseguinte, mostrou-se o princípio de funcionamento dos painéis solares fundamentado no efeito fotovoltaico, ou seja, no processo de conversão direta da luz em eletricidade. Após esta etapa inicial, explicou-se a tecnologia de rastreamento solar, expondo suas vantagens e melhorias relacionadas à eficiência energética dos painéis fotovoltaicos fixos. Em seguida, apresentou-se o protótipo do rastreador solar desenvolvido, explanando o sensoramento da posição solar e a função dos componentes eletrônicos do sistema fotovoltaico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em virtude dos dados obtidos na aplicação dos questionários mencionados anteriormente, tornou-se possível avaliar o conhecimento prévio dos alunos concernente à energia solar, bem como a aceitação dos mesmos em relação ao sistema de rastreamento solar didático desenvolvido neste estudo. Nesse contexto, conforme supracitado, foram visitadas duas escolas de ensino médio, sendo uma da rede pública, e outra da rede privada, na cidade de Mossoró/RN, a idade média dos alunos foi de 16 anos. Assim, em cada uma das escolas o rastreador solar foi apresentado em duas turmas, contemplando uma média de 60 alunos em cada uma das visitas.

4.1 Visita Escola 1

A primeira visita foi realizada em duas turmas, uma da primeira série e outra da segunda série do ensino médio em uma escola da rede pública. Em primeiro plano, entregou-se o questionário as turmas com o intuito de analisar se os alunos teriam um conhecimento prévio concernente à energia solar. Após a resolução do questionário pelos discentes, iniciou-se a apresentação definindo os principais conceitos da energia solar, bem como suas possíveis aplicações, dando uma maior ênfase na geração solar fotovoltaica. Por conseguinte, demonstrou-se o rastreador solar em funcionamento fazendo analogia a posição do Sol com uma lanterna. Dessa forma, tornou-se possível os estudantes visualizarem de forma prática e didática a tecnologia do rastreamento da posição solar ao longo do dia.

Mediante a aplicação do questionário nas turmas da primeira escola, tornou-se possível perceber que 68% dos alunos não conheciam a energia solar. Em relação a utilização desta fonte renovável, 75% dos estudantes afirmaram não saber como a energia solar poderia ser utilizada. Em contrapartida, 12% declararam que o recurso solar pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, 5% para o aquecimento de água e 8% para as duas aplicações, tanto para o aquecimento de água quanto para a produção de energia elétrica. No tocante a tecnologia sistema solar fotovoltaico, verificou-se que 92% dos alunos nunca tinham ouvido falar nesse termo, alegando que não faziam ideia do que se tratava. Ademais, observou-se que 73% dos discentes não tinham conhecimento de que a energia solar pode ser utilizada para gerar energia elétrica para a sua própria casa. Nesse sentido, faz-se evidente, portanto, que a maioria dos alunos entrevistados na primeira escola não tinham conhecimentos concernentes à temática abordada no presente trabalho.

4.2 Visita Escola 2

A segunda visita foi efetuada novamente em duas turmas, uma da primeira série e outra da segunda série do ensino médio em uma escola da rede privada. Nessa perspectiva, de forma análoga ao primeiro encontro, entregou-se o questionário as turmas com o intuito de averiguar o conhecimento prévio dos alunos relacionado à temática abordada. Por conseguinte, iniciou-se a apresentação exemplificando os principais conceitos da energia solar e, posteriormente, demonstrou-se o rastreador solar em funcionamento.

Por meio da aplicação do questionário nas turmas da segunda escola, tornou-se possível verificar que 53% dos alunos não conheciam a energia solar. Em relação a utilização desta fonte renovável, 55% dos estudantes afirmaram não saber como a energia solar poderia ser utilizada. Por outro lado, 19% declararam que a energia solar pode ser empregada para a geração de energia elétrica, 9% para o aquecimento de água e 17% para as duas modalidades, tanto para o aquecimento de água quanto para a produção de energia elétrica. Fazendo-se referência a tecnologia sistema solar fotovoltaico, observou-se que 69% dos alunos nunca tinham ouvido falar nessa expressão, ressaltando que não faziam noção do que se tratava. Além disso, constatou-se que 56% dos alunos não tinham conhecimento de que a energia solar pode ser utilizada para gerar energia elétrica para a sua própria casa. Nesse contexto, torna-se evidente, portanto, que a maior parte dos alunos entrevistados na segunda escola também não possuíam conhecimentos relativos à temática dissertada.

É importante mensurar que tanto na escola da rede pública quanto na escola da rede privada, o presente trabalho proporcionou diversas contribuições para o aprendizado dos alunos, uma vez que despertou o interesse dos mesmos alusivos à energia solar fotovoltaica e à utilização da plataforma Arduino® na área de robótica educacional. Nesse sentido, torna-se evidente, portanto, que o rastreador solar desenvolvido neste estudo deixou um legado nas escolas, denotando uma maneira de integrar os conhecimentos da engenharia elétrica no âmbito educacional.

5. CONCLUSÃO

Mediante a confecção do rastreador solar de um eixo para painéis fotovoltaicos, bem como dos dados obtidos na aplicação do questionário nas escolas, pode-se concluir que os objetivos do presente trabalho foram atingidos com sucesso, haja vista que contribui de forma significativa para disseminar conhecimentos concernentes à geração solar fotovoltaica e ao estudo de rastreadores solares no ambiente escolar, suscitando, dessa forma, o interesse e a curiosidade dos alunos em relação à temática abordada.

Uma outra consideração a ser feita, refere-se ao fato de que todos os estudantes compreenderam que o rastreador solar (painel solar móvel) seria mais eficiente na geração de eletricidade se comparado a um painel solar fixo, uma vez que o mesmo rotaciona a célula fotovoltaica em direção à posição do sol no decorrer do dia, proporcionando uma maior densidade de potência na superfície dos módulos. Ante o exposto, o protótipo de rastreador solar desenvolvido mostrou-se satisfatório, configurando-se como uma excelente ferramenta didática, capaz de proporcionar a interdisciplinaridade no âmbito educacional.

Em termos de viabilidade econômica, o sistema de rastreamento solar proposto neste estudo também mostrou-se interessante, tendo em vista que pode ser implementado em qualquer âmbito por ser auto regulável, não sendo crucial nenhum parâmetro de determinação de horário, de fatores climáticos, definição de coordenadas geográficas ou orientação de posicionamento para a instalação do dispositivo.

REFERÊNCIAS

- Bajpai, P., Kumar, S., 2011. Design, Development and Performance Test of an Automatic Two-Axis Solar Tracker System. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE India Conference, Hyderabad, p. 1-6.
- Bessa Neto, L. J. de., 2019. Desenvolvimento de Rastreador Solar de Um Eixo Para painéis Fotovoltaicos com Aplicações Didáticas. 10p. Artigo (Graduação) - Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, Mossoró.
- Cortez, R. J. M., 2012. Sistema de Seguimento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica. 94p. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Engenharia do Porto - FEUP, Portugal.
- Kulkarni, A., Kshirsagar, T., Laturia, A., Ghare, P. H., 2013. An Intelligent Solar Tracker for Photovoltaic Panels. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE, Texas Instruments India Educators' Conference, Bangalore, p.2-7.
- Mendes Júnior, J. J. A., Stevan Júnior, S. L., 2013. LDR e Sensores de Luz Ambiente: Funcionamento e Aplicações. Semana de Eletrônica e Automação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Ponta Grossa, Paraná.
- Pinto, A., Macagnan, M., Zilles, R., Lehmann, J., 2010. Descrição de Seguidores Solares e sua Aplicação em Centrais Fotovoltaicas Conectadas à Rede. III Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS, Pará.
- Renosto, A. S., Silva, D. N., Cardenete, F. A., Cotta, G. M., Murakami, M. Y., Raimo, P. A., 2018. Protótipo de Sistema Fotovoltaico com Seguidor Solar para Aplicação Didática. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS, Gramado.
- Robocore Tecnologia LTDA. Sua tecnologia à prova. Disponível em: <<https://www.robocore.net/>>. Acesso em: 20 out. 2019.
- Shufat, S. A. A., Kurt, E., Hancerlioğullari, A., 2019. Modeling and Design of Azimuth-Altitude Dual Axis Solar Tracker for Maximum Solar Energy Generation. In: Renewable Energy. p.7-13.
- Silva, M. C. C., 2012. Estudo Comparativo de um Painel Solar Fotovoltaico Fixo vs Móvel. 125p. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Braga.
- Vieira, R. G., 2014. Análise do Desempenho Entre um Painel Solar Estático e com rastreamento no Município de Mossoró-RN, Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação. Universidade Federal Rural do Semiárido-UFERSA, Mossoró.

DEVELOPMENT OF ONE-AXIS DIDACTIC SOLAR TRACKER FOR PHOTOVOLTAIC PANELS

Abstract. *In recent years, solar energy has established itself as one of the main sources of renewable energy, gaining a large space in electricity generation around the world. However, due to the low performance of photovoltaic panels, technologies need to be sought to maximize the production of electricity. In this regard, the present study aims to develop a prototype of solar tracker for didactics applications, controlled with the Arduino® platform, that enables the movement of photovoltaic plates in relation to the Sun positions throughout the day through an electromechanical system. The solar tracking system developed in this work was presented of the shape oral and practical in two middle schools in the municipality of Mossoró/RN, one from the public network and the other from the private network. The averaged age of students was 16 years, contemplating an average of 60 students in each of the visits. Thus, it is concluded that the present study contributed substantially to the dissemination of knowledge concerning the photovoltaic solar generation, as well as the study of solar trackers in the school environment, thus arousing the interest and curiosity of the students regarding the thematic approached.*

Key words: *Alternative Energy, Solar Tracker, Energy Efficiency*