

PROJETO DE UM RASTREADOR SOLAR DE DOIS EIXOS PARA PASTEURIZADOR SOLAR AUTOMATIZADO.

Neemias Dantas Fernandes¹, Taciano Amaral Sorentino² (Orientador)

Resumo: A escassez de água potável ainda se mostra um grande desafio em regiões mais secas e pobres como o Nordeste brasileiro. Nesse cenário, a pasteurização solar surge como método eficiente para redução de patógenos nocivos à saúde humana. No contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um seguidor solar de dois eixos para um pasteurizador de calha parabólica. Para isso, foram utilizados dois servo-motores, um para cada eixo, quatro sensores LDRs e um Arduino como unidade de controle para o seguidor. Dessa maneira foi desenvolvido o circuito necessário para o funcionamento, como também, o algoritmo que, através de uma linguagem de programação própria e algumas bibliotecas, é capaz de enviar comandos para a unidade de controle e fazer o movimento necessário de acordo com os dados obtidos pelos sensores. A partir da simulação do modelo proposto foram observados resultados condizentes com o movimento idealizado na fase de projeto, mostrando que o sistema consegue de forma autônoma rastrear o movimento do sol durante o dia e os meses do ano

Palavras-chave: pasteurizador; calha parabólica; rastreador solar; Arduino.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro e outras regiões ainda sofrem com a escassez de água potável. Embora os dados oficiais apontem para uma queda da mortalidade em menores de 05 anos, no Brasil, as taxas de mortalidade por diarreia infantil mostram que as regiões Norte e Nordeste concentram a maioria desses óbitos [1]. A partir dessa dificuldade, surge a necessidade de implantar métodos de redução de patógenos que são nocivos à saúde de seres humanos, tornando a água própria para o consumo humano. A pasteurização é uma técnica eficiente para eliminação desses patógenos que atuam em temperaturas mais baixas, conseguindo eliminá-los em sua totalidade. [2]

O pasteurizador solar de calha parabólica utiliza a concentração de raios solares diretos para aquecer a água a uma temperatura desejada, a fim de eliminar as bactérias ali contidas. Como somente é aproveitada a irradiação direta, a calha precisa sempre permanecer apontada diretamente para sol, a fim de aproveitar o máximo de irradiação. Aliando isso ao local onde vai ser instalado esse pasteurizador, esse processo de rastreio solar precisa ser automatizado, a fim de que qualquer pessoa consiga ligá-lo e obter os mesmos resultados.

Esse trabalho busca aproveitar a radiação solar direta através de um rastreador solar de dois eixos utilizando Arduino, um microcontrolador que será capaz de controlar a movimentação do pasteurizador solar ao longo do dia e das estações do ano, a fim de conseguir maior eficiência na captação dos raios solares.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sol, a maior fonte de energia para Terra, é considerado uma fonte inesgotável de energia, possuindo um enorme potencial de geração, que através de sistemas de captação, podemos transformá-la em energia térmica ou energia elétrica. É estimado que o Sol possua reserva de combustível suficiente para gerar energia por mais 5 bilhões de anos [3]. Essa energia solar irradiada duas horas sobre a superfície terrestre é o suficiente para suprir o consumo energético de toda humanidade no ano de 2011 [4].

A energia solar que chega a superfície se pode ser utilizada para três aplicações: energia solar térmica, energia solar héliotérmica e energia solar fotovoltaica. Existindo também o aproveitamento de forma indireta, na Arquitetura Solar [5], como mostra a Figura 1.

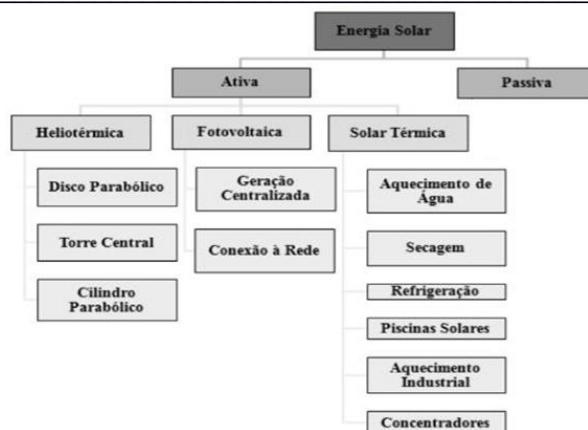


Figura 1. Fluxograma das aplicações da energia solar. (Adaptado de GUERRA, 2012)

A energia solar térmica funciona através da absorção da energia térmica do sol para fins de aquecimento de ambientes e de água, por exemplo. Já a energia solar helio-térmica consiste na geração de energia em usinas utilizando o calor proveniente do sol para aquecer fluídos para geração de vapor. Esse vapor movimenta uma turbina onde é gerada energia elétrica [6]. Por último, a energia solar fotovoltaica consiste na transformação da radiação solar em energia elétrica diretamente através do efeito fotoelétrico. Esse último modelo de captação de energia pode ser utilizado de duas maneiras, utilizando-se de um sistema isolado, onde o sistema possui as placas geradoras, um controlador de cargas e um banco de baterias para acumular energia, ou um sistema de geração conectado à rede elétrica, onde as placas solares são conectadas a um inversor e é ligado à rede elétrica [4].

2.1. Pasteurizador Solar

Ao longo da história da humanidade, sempre se procurou, desde muito cedo, formas de tornar a água acessível potável. Em todos os lugares, mesmo aqueles que possuíam serviços públicos de abastecimento de água como bicas, chafarizes ou redes de encanamento, as populações possuíam técnicas ou equipamentos para, domesticamente, tentar tornar a água consumida mais limpa [7].

O pasteurizador solar de calha parabólica, consiste em uma linha de espelhos, ou materiais refletores, curvados em uma dimensão com objetivo de focar os raios solares [6]. No foco da calha está localizado um tubo projetado para absorver altos níveis de radiação, e aquecer o fluido que passa dentro dele. Com um sistema de controle de vazão e de temperatura, o fluido dentro do pasteurizador pode ser operado de maneira em que se atinja as condições necessárias para eliminar os microrganismos indesejados.

Em locais de difícil acesso, onde pessoas sofrem com a má qualidade da água, o sistema de pasteurização de água surge como uma alternativa, utilizando o sol como fonte de energia limpa e renovável com um menor gasto energético.

2.2. Rastreador Solar

O rastreamento solar é uma tecnologia amplamente aplicada, em que otimiza a coleta de energia solar, seguindo o movimento do sol durante o dia, sendo um rastreador com um eixo, como também durante os meses do ano, se tratando de um rastreador de dois eixos. Como o coletor do pasteurizador solar precisa estar continuamente recebendo radiação solar direta, um rastreador solar é indispensável para esse tipo de aplicação. A Figura 2 mostra como o rastreador se movimenta a fim de compensar a angulação em relação ao sol.

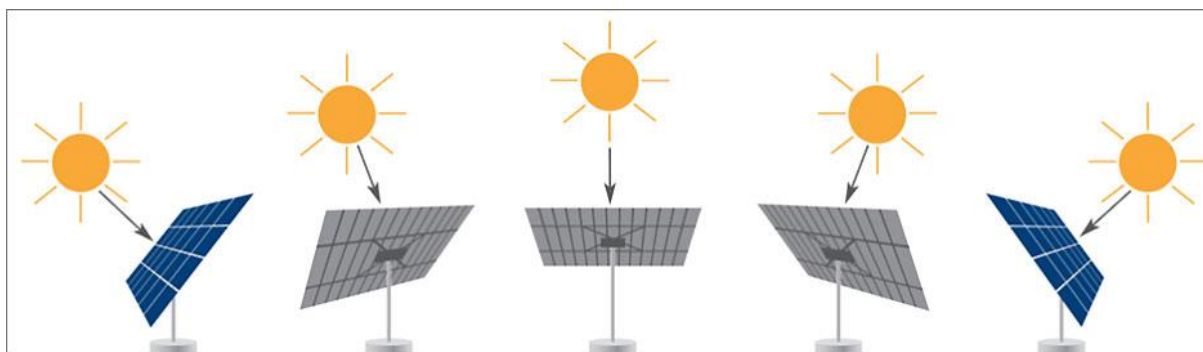


Figura 2. Diagrama de um painel solar com rastreador solar. (Portal Solar, 2018)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de rastreo solar desenvolvido consiste em três partes:

- o dispositivo de movimentação dos eixos;
- os sensores;
- a unidade de controle.

3.1. Dispositivo de movimentação dos eixos

O servo motor, ou servo, é um tipo de motor que se movimenta convertendo um sinal PWM (Pulse Width Modulation, ou Modulação de Largura de Pulso) em um sinal digital [8]. Assim, dependendo da largura do pulso o servo faz seu movimento no sentido horário ou anti-horário, como mostra a Figura 2. Para o funcionamento correto o servo motor deve ser conectado as portas digitais que emitem esse tipo de pulso.

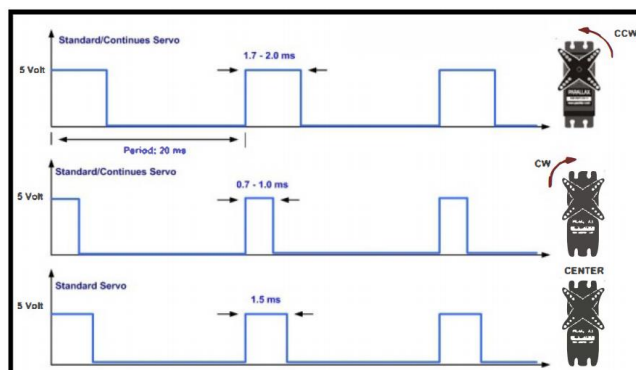


Figura 2. Diagrama de largura de pulso do servo motor. (Zolkapli et. al., 2013)

O dispositivo de movimentação dos eixos consiste em dois servos motores, um para cada eixo. Sendo assim, um servo motor fica na posição horizontal e outro na posição vertical. A angulação máxima do servo horizontal foi definida para 180° e a do servo vertical para 65° sendo assim possível cobrir a movimentação do sol durante o dia em diferentes épocas do ano, mas ao ser necessário mudar a angulação máxima de algum dos servos, esta pode ser alterada facilmente via código. A Figura 3 mostra um esquema de como ficariam posicionados os servos.

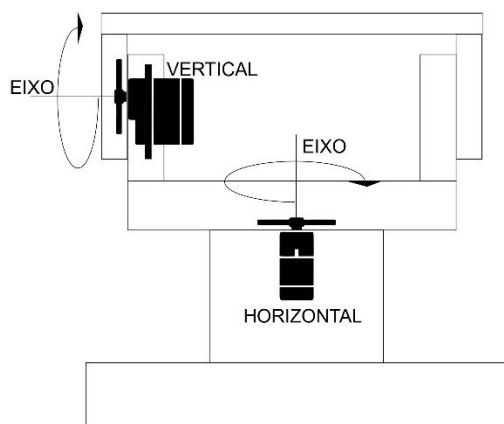


Figura 3. Posicionamento dos servos motores. (Autoria própria, 2018)

3.2. Sensores

O LDR (Light Dependent Resistor ou Resistor Dependente de Luz), é um dispositivo eletrônico passivo capaz de variar sua resistência elétrica conforme a intensidade de luz que é incidido sobre ele. Sua resistência é inversamente proporcional a intensidade de luz que incide sobre ele, sendo assim, sua resistência será baixa quando houver luz incidindo, e alta, quando a luz não estiver incidindo. A Figura 4 mostra a imagem de um LDR.

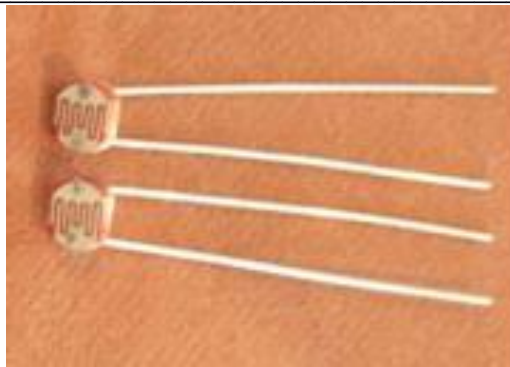


Figura 4. LDR. (CdS PHOTOCONDUCTIVE CELLS, 2018)

Para conseguir medir a variação de luz obtida a partir LDR, podemos utilizar da propriedade do divisor de tensão e medir a variação da queda de tensão em cima do mesmo. Assim o LDR é montado como mostra a Figura 5.

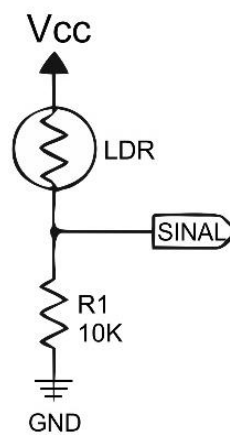


Figura 5. Conexões do LDR. (Autoria própria, 2018)

Dessa maneira, um terminal do LDR é conectado a alimentação, o outro terminal é conectada a porta de leitura analógica, onde vai ser recebido o sinal, e também a um resistor conectado ao terra para ser formado o divisor de tensão.

Como o seguidor solar é de dois eixos, foi adotado um sistema com quatro LDRs divididos por um material opaco em quatro setores, conforme mostra, fora de escala, a Figura 6.

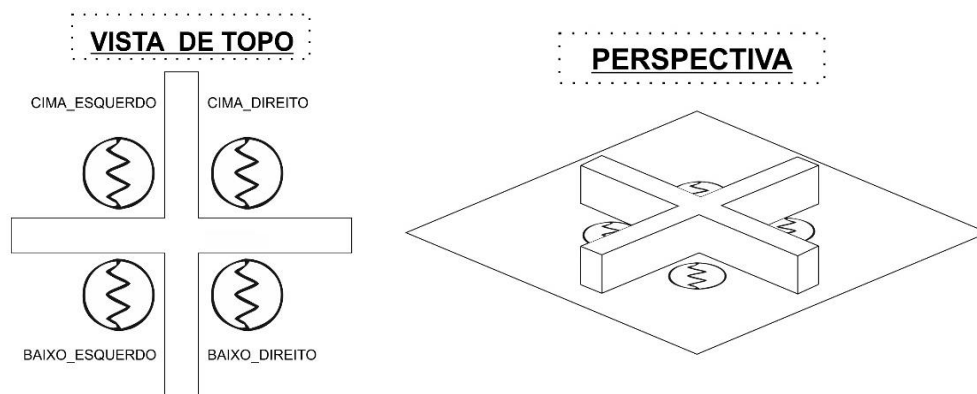


Figura 6. Vista de topo e perspectiva do arranjo de LDRs. (Autoria própria, 2018)

Quando o sistema não está mais alinhado com o sol, um ou mais dos LDRs estarão sombreados mandando a informação para unidade de controle corrigir o alinhamento.

3.3. Unidade de controle

Arduino é uma plataforma de hardware e software aberto que possibilita, praticamente, que qualquer pessoa consiga realizar um projeto com eletrônica [9]. Devido a sua alta difusão entre a comunidade e grande documentação, realizar um projeto com Arduino se torna mais prático e rápido, embora que para projetos mais profissionais é recomendado analisar outras plataformas. A Figura 7 mostra a placa Arduino UNO juntamente com a janela do software que é necessário para fazer sua programação, sua IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado em português).



Figura 7. A esquerda a placa Arduino UNO e a direita o Arduino IDE. (Arduino, 2018)

O Arduino Uno possui seis portas analógicas, quatorze portas digitais, sendo seis delas PWM, conexões GND (terra) e de 5V, além de outras entradas e acessórios que podem ser incorporados para aumentar sua abrangência. Toda programação é feita em uma linguagem própria baseada em C++, uma das linguagens de programação mais populares, onde cada elemento eletrônico possui uma biblioteca [10] para facilitar o desenvolvimento do código.

3.4. Montagem do circuito

O circuito final então pode ser observado na Figura 8, onde todos os componentes estão montados de acordo com o diagrama.

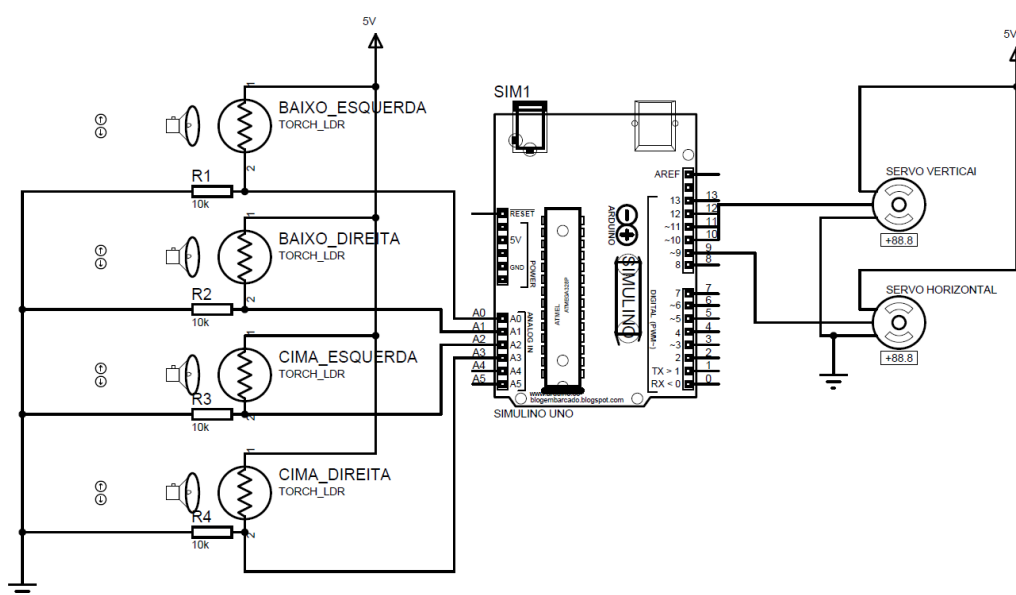


Figura 8. Diagrama da montagem do circuito. (Autoria própria, 2018)

Um polo do servo conectado à 5V, outra ao GND (terra) e a do meio à porta digital. Os LDRs estão conectados como já foi discutido no item 3.2. Os LDRs vão enviar um sinal analógico, por isso serão conectados nas portas analógicas do Arduino, já os servos, precisam ser conectados às portas digitais com função PWM. A alimentação pode ser provida pelo próprio Arduino (saída 5V) ou então com uma fonte separada para os componentes.

3.4. Algoritmo

O algoritmo necessário para o funcionamento está representado em pseudocódigo na Figura 9.

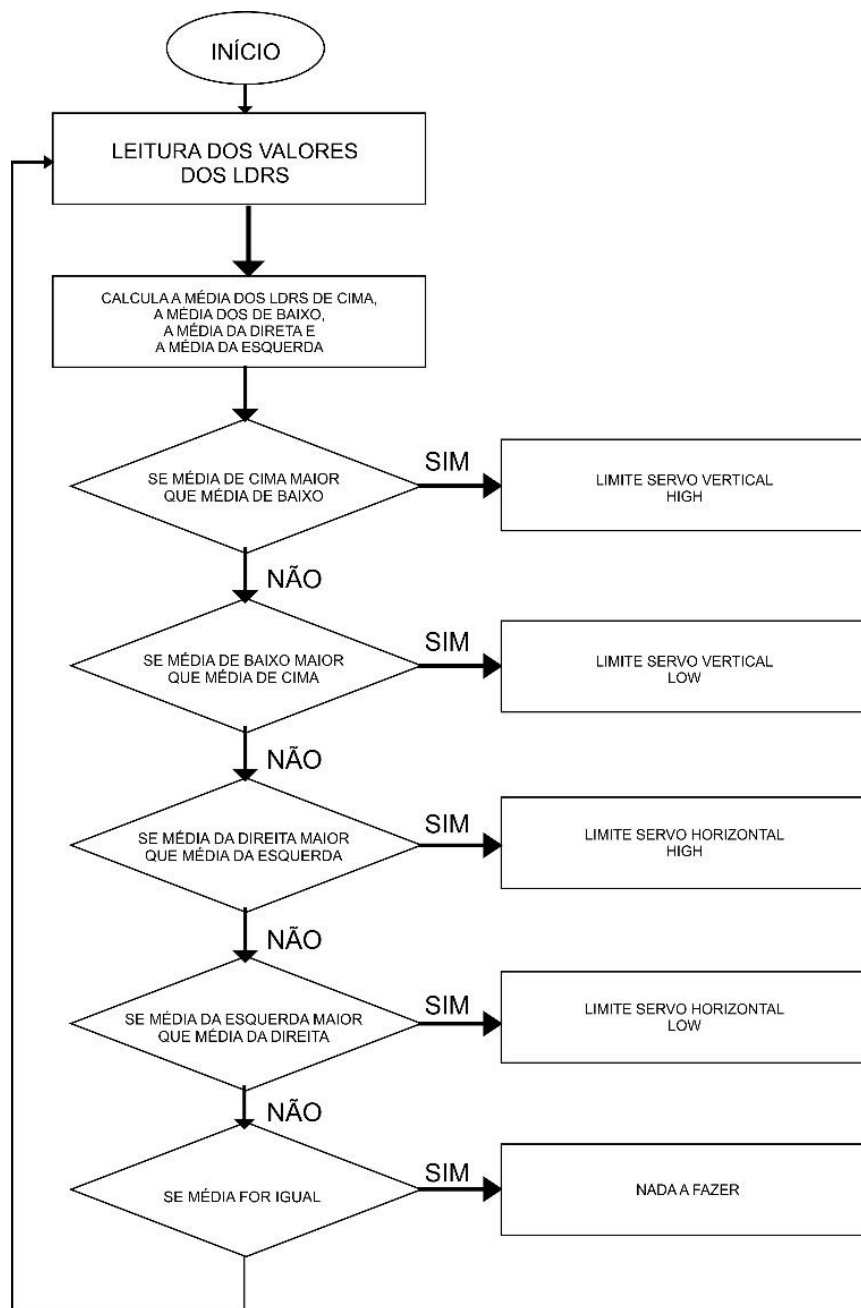


Figura 9. Pseudocódigo. (Autoria própria, 2018)

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado, foram obtidos dados através de uma simulação utilizando o programa Proteus (trial) [11], onde foi visto em funcionamento tanto os componentes como o algoritmo proposto.

Ao ligar o simulador com todos os LDRs recebendo iluminação solar, o algoritmo do Arduino comanda os servos para permanecer imóveis, já que a superfície do coletor está alinhada a 90° com os raios solares, assim os servos ficaram em sua posição padrão inicial, de 90°, com uma pequena diferença no servo vertical de 1,5°, devido as condições de início do Proteus, como mostra a Figura 10.

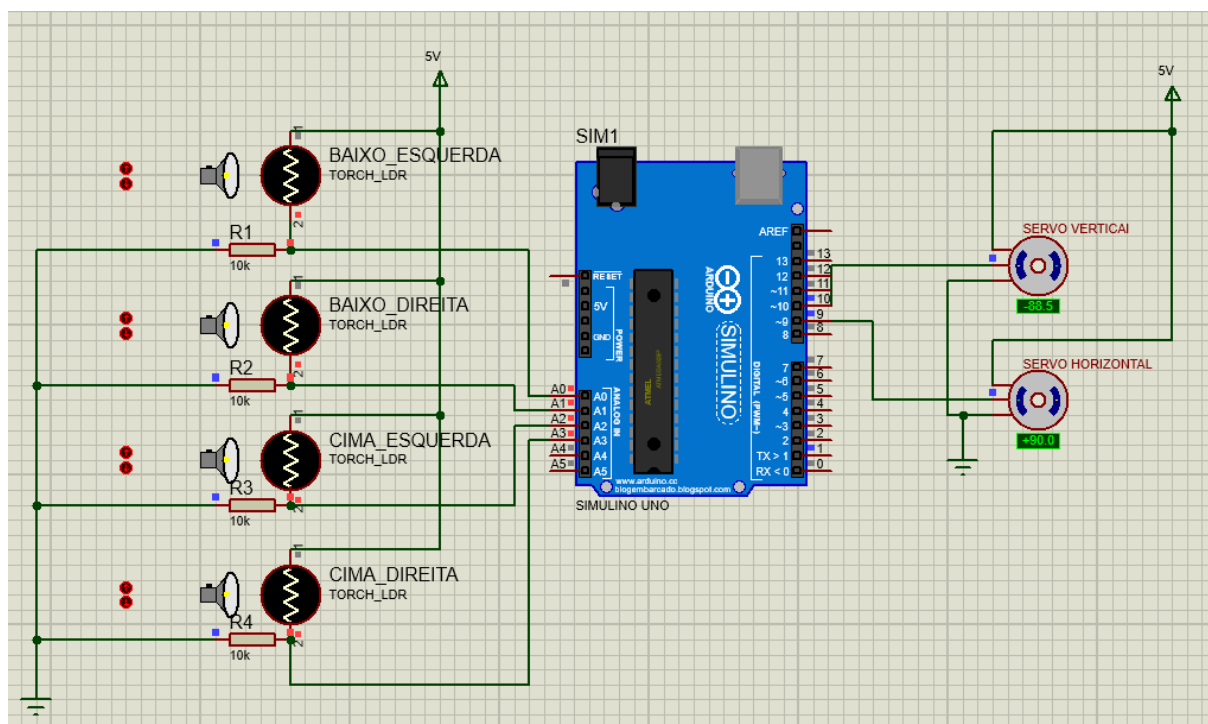


Figura 10. Simulação 1 – Todos LDRs recebendo iluminação. (Autoria própria, 2018)

Em seguida ao rodar a segunda simulação, onde os LDRs de cima não recebem iluminação, enquanto os de baixos recebem, ou seja, a média de cima é maior que a de baixo, o servo vertical fez a movimentação tentando compensar até chegar no seu limite máximo de $+65^\circ$, como mostra a Figura 11.

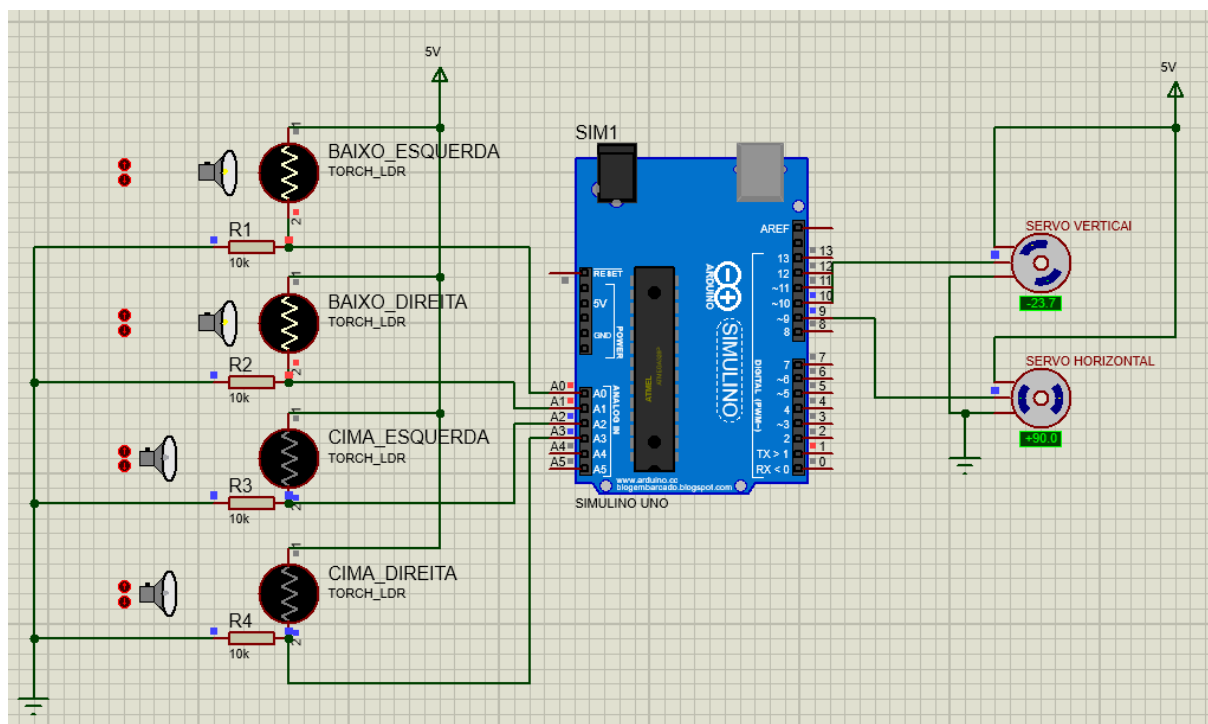


Figura 11. Simulação 2 – LDRs de cima sombreados. (Autoria própria, 2018)

Na ultima simulação, os LDRs da direita que ficaram sombreados, ou seja, media da direita é maior que média da esquerda. Sendo assim, o servo horizontal fez sua movimentação para corrigir até chegar no seu limite para esse cenário, como mostra a Figura 12.

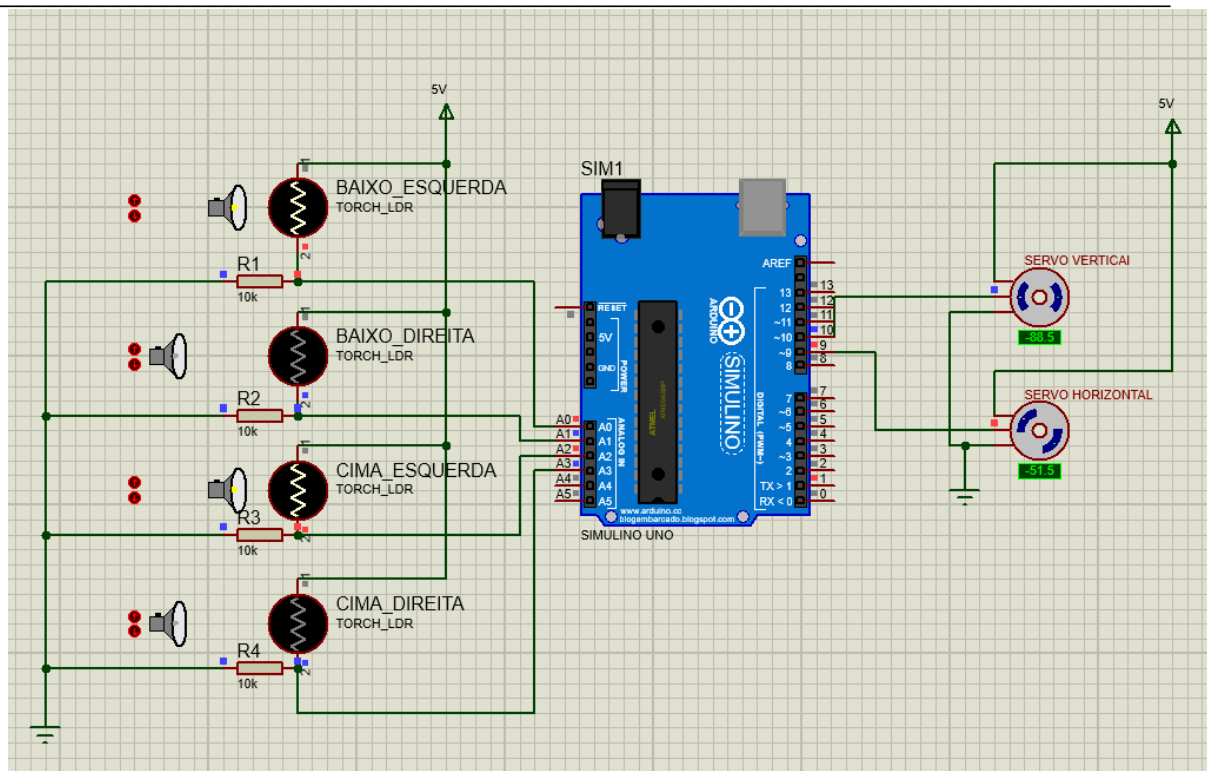


Figura 12. Simulação 3 – LDRs da direita sombreados. (Autoria própria, 2018)

4. CONCLUSÕES

Foi possível constatar através das simulações que os componentes e o algoritmo funcionaram da forma esperada, movimentando os servos motores para a posição correta a fim de compensar os LDRs sombreados. Embora as simulações tenham sido simples a fim de testar os limites dos servos, também pela complexidade de se simular manualmente a movimentação solar através dos dois eixos, todos os resultados foram satisfatórios.

Com um sistema desses funcionando, não haveria a necessidade de alinhamento a estrutura para seguir o sol em uma determinada situação, já que através dos sensores o Arduino vai controlar os servos para fazer a correção não importando, tanto o local instalado, como o nascer e pôr do sol. Sendo isso uma vantagem em relação à sistemas baseados em dados de rotação da terra, onde seria necessário calibrar perfeitamente levando em consideração o local da superfície da terra onde foi instalado.

4.1. Sugestões para trabalhos futuros

Desenvolvimento e construção de um protótipo aplicando o modelo descrito nesse trabalho a fim de visualizar e verificar o funcionamento em condições reais. Implementação de um sistema reserva de movimentação baseado em local geográfico instalado, data e hora para as situações em que os sensores não consigam realizar uma boa leitura, como dias extremamente nublados, ou sombras externas que venham a interferir no funcionamento do seguidor. Comparação de gastos entre um sistema ativo de dois eixos e um sistema com somente um eixo. Também, um estudo sobre a utilização de um sistema extra a partir de sensores de temperatura, que colaborariam com o sistema de rastreamento para encontrar não somente a melhor posição em relação geometria dos raios solares, como também em função da temperatura do coletor.

4. REFERÊNCIAS

- [1] Indicadores e Dados Básicos - Brasil - 2012. Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idx2012/matriz.htm#mort%20>. Acesso em 10 junho 2018.
- [2] CARIELO, Gustavo. Desenvolvimento de um Sistema para Descontaminação Microbiológica da Água por Pasteurização Solar. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.
- [3] NASA - National Aeronautics and Space Administration, 2012. Comiscopia, disponível em: <https://helios.gsfc.nasa.gov/qa_sun.html>, Acesso em: 10 junho 2018.
- [4] CRESESEB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, 2014. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos, CEPEL, Rio de Janeiro.

-
- [5] Santiago, G. L.S., 2014. Desenvolvimento de um Medidor de Radiação Solar de Baixo Custo, Monografia (Graduação em Engenharia de Energia), DCAT, UFERSA, Mossoró.
- [6] IEA - International Energy Agency, 2010. Technology Roadmap: Concentrating Solar Power, OECD/IEA, Paris.
- [7] WEBER, C. R. Avaliação de Sistemas Domésticos de Filtração Utilizados como Purificadores de Água. 2007. Monografia (Bacharelado em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, 2007.
- [8] ZOLKAPLI, M. et al., High-Efficiency Dual-Axis Solar Tracking Developement using Arduino, 2013. International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (TIME-E 2013), Bandung, Indonesia, 2013.
- [9] ARDUINO, 2018. Arduino UNO, disponível em: <<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>>, Acesso em: 04 setembro 2018.
- [10] ARDUINO, 2018. Libraries, disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>>, Acesso em: 04 setembro 2018.
- [11] LABCENTER ELECTRONICS LTD, 2018. Proteus - PCB Design, Layout and Simuation Software, disponível em: <<https://www.labcenter.com/>>, Acesso em: 04 setembro.2018.
- [12] Guerra, M. I. da S., 2012. Análise do Desempenho Térmico de um Sistema de Aquecimento Solar de Baixo Custo na Cidade de Mossoró-RN, Monografia (Graduação em Engenharia de Energia), DCAT, UFERSA, Mossoró, 2012.
- [13] PORTAL SOLAR, 2018. SEGUIDOR SOLAR – TRACKER: VANTAGENS E DESVANTAGENS PARTE 1, disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/painel-solar/seguidor-solar---tracker-vantagens-e-desvantagens-parte-1.html>>, Acesso em: 04 setembro 2018.
- [14] CdS PHOTOCONDUCTIVE CELLS, 2018. GL5528 Datasheet, disponível em: <https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_LDR.pdf>, Acesso em: 04 setembro 2018.