

## **O BIOMIMETISMO MOTIVA E AUXILIA NAS PESQUISAS EM ROBÓTICA EM UM CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA.**

– e-mail\*

Unesp, Faculdade de Engenharia de Ilha solteira –Departamentode engenharia elétrica \*

– e-mail\*

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento\*

Endereço\*

CEP – Cidade – Estado\*

*\* Como as avaliações serão às cegas, os nomes/dados dos autores não deverão constar na versão para a submissão. Caso não seja atendida essa determinação o artigo será desclassificado. Aqueles artigos que obtiverem aprovação deverão ser reenviados com tais informações.*

**Resumo:** Neste trabalho tem-se como proposta mostrar as pesquisas realizadas em robótica dentro do contexto do biomimetismo, onde os seres vivos da natureza, tais como, plantas e animais, servem de inspiração na criação de dispositivos/protótipos que oferecem conforto e eficiência ao ser humano. Desta forma, este conceito é aplicado a dois projetos de trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Elétrica, sendo o primeiro o desenvolvimento de um girassol robótico que segue a luz do sol e o outro, o de flores robóticas que têm como funções a mudança de cor pela incidência da luz, o movimento das flores pela detecção de presença e rotinas predefinidas de movimentação. Para a construção destes projetos são utilizados sensores de luz e presença, fitas LEDs coloridas, acrílico, construção de placas de circuito impresso, fontes de alimentação, sendo controlados por microcontroladores em placa single board ou individuais. O mecanismo de movimento das flores e de suas pétalas é proporcionado por atuadores (motores de passo), juntamente com engrenagens e correia. Protótipos como esses exigem a montagem de uma estrutura mecânica construídos de forma didática e lúdica, visando serem apresentados em feiras de ciências e eventos destinados ao público de escolas do ensino fundamental e médio, servindo também de motivação para projetos de outros alunos no curso de graduação. Ao mesmo tempo, proporcionam ao aluno de graduação uma abordagem multidisciplinar.

**Palavras-chave:** Biomimetismo. Flores robóticas. Atuadores. Sensores ópticos e Resistivos. Placas single board.

### **1 INTRODUÇÃO**

O tema robótica tem gerado muitas pesquisas, movidas pelas crescentes aplicações e pela grande criatividade do ser humano que tem lançado no mercado novas tecnologias e produtos inovadores, como computadores compactos e de pequeno porte, sensores, atuadores, etc. A robótica está também nas disciplinas em escolas do ensino fundamental e Ensino médio

despertando o interesse dos alunos e para que sintam-se integrados ao momento atual em que vivem, com smartphones, brinquedos eletrônicos, videogames, etc. vem motivando os alunos para os diversos cursos de engenharia.

Mundialmente observa-se a abrangência das aplicações e utilidades na vida moderna, tais como, robôs que fazem tarefas domésticas, que auxiliam idosos, manipuladores na indústria e medicina, robôs móveis exploradores espaciais, busca e resgate, desarmamento de bombas, robôs para o entretenimento, em equipamentos cirúrgicos de alta precisão, entre outros.

Por ser multidisciplinar, envolve na sua construção conceitos da mecânica, passando pela eletrônica, sensores, motores e o controle, tanto por microcontroladores quanto por dispositivos lógicos programáveis.

As estruturas mecânicas dos robôs são elaboradas para execução de determinados movimentos. As tarefas mais executadas em robôs industriais, principalmente, são o deslocamento em um ambiente ou a locomoção e a movimentação de objetos ao seu redor, ou também chamada manipulação, daí distingue-se duas categorias de robôs, os móveis e os manipuladores.

Invenções inspiradas na natureza, denominada biomimetismo, constituem uma linha de pesquisa mais recente em robótica. Trabalhos encontrados na literatura mostram o desenvolvimento de robôs na forma de animais e na forma de plantas em universidades, (SIMÕES et al, 2012; KIRSNER, 2014). O processo natural de transformação da luz solar em energia pelas plantas, inspiraram as placas com células fotovoltaicas resultando em um grande avanço nesta área.

Uma invenção interessante desenvolvida a partir da observação da natureza é o velcro, inventado por Georges de Mestral em 1941, um engenheiro suíço quando, após uma viagem de caça, encontrou sementes de bardana (*Arctium lappa*) na roupa. Descobriu que essas sementes conseguiam agarrar tão firmemente à sua roupa, por meio da existência de filamentos entrelaçados que terminavam em pequenos ganchos (NATH, 2014). O velcro é usado no vestuário e também na indústria em geral, e seu nome "velcro" é a combinação de duas palavras francesas: "velours" (veludo) e "crochet" (gancho). Estas pesquisas contribuíram para o avanço tecnológico e para a vida do ser humano, de forma que é importante o seu estudo e o domínio.

Neste artigo, trataremos mais especificamente de construções robóticas criadas para o entretenimento, inspiradas na movimentação de plantas.

### **1.1 O Robô**

Por ser um dispositivo eletromecânico, um robô, por meio de controle humano, é capaz de realizar tarefas de maneira autônoma, pré-programada, tendo como principal objetivo, substituir o ser humano no trabalho ou no lazer e melhorar a sua qualidade de vida. Os sistemas robóticos têm conquistado espaço nas universidades, no desenvolvimento das pesquisas e também nas indústrias, devido à intensa modernização que os sistemas de automação industriais vêm sofrendo nos últimos anos (BIANCHI, 2001). Esta modernização tem sido impulsionada pela competitividade crescente, a rápida alteração dos produtos oferecidos ao mercado e o avanço tecnológico, que visam aumentar a produtividade, a qualidade e a confiabilidade dos produtos. O foco das pesquisas na robótica é desenvolver robôs cada vez mais autônomos, cognitivos e autossuficientes, usando a inteligência artificial, entre essas, as Redes Neurais e a Lógica Fuzzy.

Ainda que alguns robôs executem ambas as funções, basicamente, na robótica, têm-se os robôs móveis (PEREIRA, 2013), e os manipuladores (VENDRAME JR, 2013). O deslocamento em um ambiente e a manipulação de objetos ao seu redor são algumas das tarefas mais executadas por um robô na indústria. Os manipuladores têm a forma de braço antropomórfico, cujas articulações podem executar movimentos de rotação e de translação.

O grau de automação de um robô e o seu nível de aprendizagem são proporcionados por seus algoritmos de controle, relacionando às entradas/saídas do robô. Executam suas tarefas por meio de atuadores (elétricos, pneumáticos, etc.), realizando o seu próprio deslocamento, e por meio de sensores, conseguem abrir ou fechar uma garra robótica ou pétalas de uma flor, desviar de obstáculos, respondendo a diversas funções simultaneamente.

Um protótipo de um robô é construído dimensionando a quantidade/tipo de motores (atuadores) e sensores, o microcontrolador ou placa controladora ou outro sistema de controle e processamento. Outros parâmetros importantes, dependendo da aplicação, são o peso do robô, sua fonte de alimentação, e principalmente, o conjunto de tarefas que o robô executará. O controlador ou placa de controle avalia os sinais dos sensores e toma as decisões apropriadas para cada tarefa ou função programada, enviando sinais aos atuadores (PIERI, 2002).

Inspirados na literatura pesquisada sobre o biomimetismo teve-se como proposta desenvolver flores robóticas, e, portanto, foram realizados dois projetos. No primeiro foi projetado e construído um girassol robótico controlado por um microcontrolador. O protótipo é capaz de seguir um feixe de luz, conforme um girassol de verdade segue a direção do sol, indo do nascente ao poente, ou em outras palavras, nos sentidos horários e anti-horários. São usados dois sensores separados por um anteparo de forma que, o robô seguirá a luz girando no sentido do sensor que receber uma maior quantidade de luz – girando no sentido horário se o sensor de maior luminosidade for o sensor da esquerda, e no sentido anti-horário se o sensor da direita apresentar uma maior luminosidade. Se os dois sensores possuírem a mesma quantidade de luz o robô deve se manter imóvel. O programa de controle é embarcado em um microcontrolador, cujo algoritmo, ao receber as informações dos sensores, gera os sinais necessários para rotacionar a flor, de tal forma que acompanhe o feixe de luz. Neste trabalho teve-se como objetivo desenvolver um robô com aspecto lúdico.

No segundo projeto foram projetadas e construídas duas flores robóticas com as funções de mudança de cor pela incidência da luz (como se fosse a fotossíntese), o movimento das flores pela detecção de presença, e rotinas de movimentação predeterminadas, usando para isso, sensores, fita de LED coloridas, motores de passo, mecanismos para abrir e fechar suas pétalas e proporcionar o seu movimento e uma unidade de processamento e controle.

No desenvolvimento dos dois projetos conceitos importantes são abordados, proporcionando um rico aprendizado e construindo produtos didáticos que podem servir para ser apresentados em feiras de ciências e outros eventos, motivando alunos do ensino médio e fundamental e a comunidade em geral e aos próprios alunos da graduação em Engenharia Elétrica. Além da questão lúdica que o tema remete, proporcionam um aprendizado, envolvendo a mecânica, eletrônica - sensores, hardware de condicionamento e microcontroladores e uma linguagem de programação. São temas de grande interesse e fascínio que são o conhecimento sobre robôs e o biomimetismo onde são encontrados inúmeros trabalhos.

A proposta deste trabalho está vinculada à imitação das flores modelando-as em robôs proporcionando protótipos que sirvam também ao entretenimento. O protótipo robótico tem como inspiração o comportamento de algumas plantas de trocar de cor no decorrer do ano e outras que se abrem e fecham como forma de se proteger de predadores, como a Mimosa Pudica. (FERREIRA, 2009)

Este artigo está organizado de forma que, além desta Introdução, apresentam-se os conceitos do Biomimetismo e alguns exemplos de aplicação na sessão 2. O protótipo do Girassol robótico e seu funcionamento é apresentado na sessão 3. Na sessão 4 são apresentadas as flores robóticas e como foram concebidas. Finalmente na sessão 5 são apresentadas as considerações finais, seguidas das referências.



## 2 O BIOMIMETISMO

A Biomimética ou Biomimetismo (de bios, que significa vida, e mimesis, que significa imitar) é uma disciplina que estuda como imitar as melhores ideias da natureza. O objetivo é usar os processos da natureza para resolver os problemas do mundo real, por exemplo, estudar uma folha buscando aperfeiçoar uma célula solar - é a natureza inspirando a inovação.

O próprio termo, “biomimetismo” foi produto do inventor norte-americano Otto Herbert Schmitt, engenheiro, físico e zoólogo por vocação que, em meados dos anos 50 do século passado, dizia que era possível reproduzir o funcionamento dos processos biológicos. Diversas tecnologias do nosso cotidiano foram inspiradas na natureza, observando flores, árvores, folhas e, principalmente, animais e insetos gerando objetos importantes que são utilizados, tais como, o avião (PLANET ATIVO, 2017).

Eiji Nakatsu, Planet Ativo (2017), engenheiro-chefe do trem bala japonês e observador de pássaros baseou-se no comportamento do pássaro “kingfisher” (pescador-rei), para fazer um trem que não fizesse muito barulho. A frente do trem foi modelada semelhante ao bico do pássaro que mergulha em corpos de água para pescar sem salpicar muita água, gerando um trem silencioso e econômico de eletricidade em 15%, com um aumento de velocidade de 10%. (PLANET ATIVO, 2017)

Muitos pesquisadores tem estudado a biomimética, entre eles Benyus (2014) que diz que a biomimética é baseada em três princípios básicos: de imitar, processar e sistematicamente replicar a natureza com fins de auxiliar no processo de um projeto. As plantas que inspiraram o velcro são um exemplo do primeiro princípio, chamado Forma Natural. O segundo, Processo Natural, examina como as coisas realmente são feitas, e o terceiro, Ecossistema Natural, observa as implicações no ambiente.

A DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) esteve trabalhando em um drone baseado em beija-flores desde 2006. O pequeno drone flutua como seu homônimo e cabe na palma da mão. (GIZMONDO BRASIL, 2017).

Outro trabalho sobre o mesmo tema é o Jardim Robótico, Figura 1, realizado por Simões et al (2012). O Jardim robótico foi considerado uma obra de arte e tecnologia projetada para interagir com o público, concebido por pesquisadores da área de robótica e inteligência artificial da UNESP e ITA, e por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação da UNESP de Sorocaba. Apresentam vários tipos de flores, entre elas os girassóis que reagem à luz de lanternas, tulipas que se acendem com a presença de alguém, lembrando a terra de Avatar (filme). Respondem a estímulos de diferentes naturezas tais como, visual, tátil, de iluminação, presença, etc. e exibem comportamentos próprios quando, por exemplo, um visitante se aproxima. Utilizam elementos como sensores de ultrassom, feito com LEDs, acrílico colorido, motores e processadores, proporcionando ao público um ambiente lúdico. O Jardim robótico foi apresentado também em 2009, no Campus Party Brasil e na Reitoria da UNESP.

Figura 1 - Jardim Robótico



Fonte: Simões et al (2012)

### 3 O GIRASSOL ROBÓTICO

O aspecto importante que foi baseado o protótipo do girassol robótico se refere ao fato de que a flor do girassol acompanha a trajetória do sol, do nascente ao poente. Assim como outras plantas, o girassol desenvolveu esta habilidade de seguir a trajetória do sol para maximizar a absorção de luz, ou seja, energia. O conceito de maior absorção de energia é utilizado por alguns pesquisadores em painéis fotovoltaicos, que desenvolveram um sistema com sensores para captar mais energia e melhorar o desempenho em até 40% (SOLBOT, 2012).

No caso do protótipo do girassol robótico o projeto foi desenvolvido com as mesmas características de um girassol de verdade, ou seja, acompanhar a trajetória do sol (ou um foco de luz). Na realização do projeto foram usados um modelo de girassol, sensores LDR (*Light Dependent Resistor*) para a detecção da luz, um microcontrolador e o hardware necessário. Um motor de passo e dispositivos de acionamento, para realizar o movimento do girassol. Um algoritmo de controle é programado em um microcontrolador que, pela incidência de luz, determina o sentido de giro acionando o motor de passo. As diferenças de resistências de dois sensores LDRs, definem o sentido de deslocamento do motor.

O uso de sensores permite que um robô possa interagir com o ambiente que o rodeia de uma forma mais flexível, junto de funções programadas. Um sistema sensorial é facilmente adaptável a uma maior variedade de tarefas, atingindo desta forma um maior grau de automação. Os LDRs são fotoresistores e são baseados na variação de resistência elétrica em um semicondutor causada pela incidência de luz- a resistência diminui à medida que a intensidade luminosa aumenta. A curva de resposta do LDR se aproxima da curva de resposta do olho humano, o que permite sua operação com fontes convencionais de luz, como a luz ambiente, eletrônica e LED comuns de diversas cores.

Para o controlador foi usado o microcontrolador ATmega8, CMOS de 8 bits de baixo consumo, faixa de frequência de funcionamento de 0 a 20MHz, que executa uma instrução por ciclo de relógio. possui 8 kbytes de memória Flash, 512 bytes de EEPROM, 1 kbyte de SRAM, 23 linhas de E/S de propósito geral, 32 registradores, interrupções internas e externas, 3 Temporizadores/Contadores, uma USART serial programável, 6 canais de ADC e um comparador analógico (ATMEL, 2017).

### 3.1 Estrutura do Robô Girassol

A estrutura do robô é apresentada na Figura 2 onde mostra-se a disposição dos sensores no girassol e o anteparo para a detecção da luz. A placa de circuito impresso é ligada a um motor de passo.

Figura 2 - Miolo do girassol com os LDRs



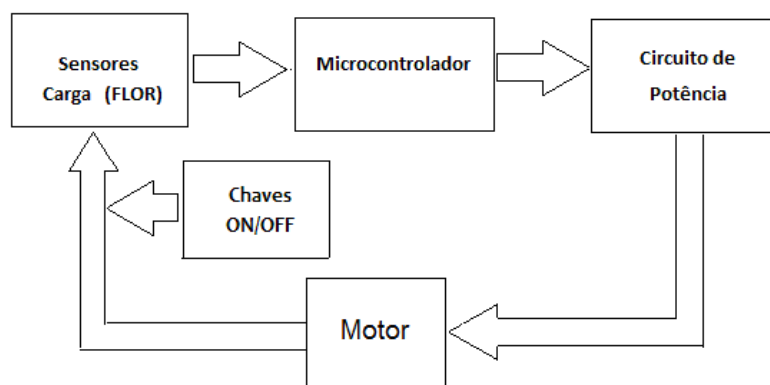
Fonte: Própria do autor

### 3.2 Diagrama de Blocos e o protótipo

O diagrama de blocos do projeto do girassol robótico é mostrado na Figura 3. Neste diagrama os dois sensores fornecem a diferença de tensões, em resposta a incidência de luz (ou não) e essa informação é processada no microcontrolador para a tomada de decisão por meio da programação, atuando no circuito de potência que controla o acionamento do motor; o motor movimenta a flor (carga), no sentido horário ou anti-horário ou faz ela permanecer parada, caso em que os sensores vão estar com as tensões balanceadas, pela mesma quantidade de luz (ou pela falta dela). Nas Figuras 4 tem-se o protótipo e na Figura 5 apresenta-se uma sequência com o funcionamento.

O motor terá uma rotação de  $180^\circ$ , sendo esse deslocamento limitado por duas chaves *Reed Switches*, que interrompem mecanicamente o trabalho do motor, ao cruzarem com um ímã permanente posicionado estrategicamente (em baixo no motor). Uma diferença de luz entre os dois sensores, tira o motor da inércia, fazendo-o deslocar novamente.

Figura 1 - Diagrama de blocos do projeto



Fonte: Própria do Autor



Figura 2 - Protótipo do robô girassol



Fonte: Própria do Autor

Figura 5 – Girassol robótico em funcionamento



Fonte: Própria do autor

## 4 FLORES ROBÓTICAS

As duas flores robóticas, que imita a natureza, tem as funções de mudança de cor pela incidência da luz, dependendo da intensidade luminosa do ambiente, o movimento das flores e o abrir e fechar das pétalas pela detecção de presença, e rotinas de movimentação programadas, usando para isso, sensores, fita de LED coloridos, motores de passo, mecanismos para abrir e fechar suas pétalas. Para controlar os movimentos e suas funções utiliza-se uma unidade de processamento e controle, Arduino Mega 2560 (ARDUINO, 2017).

### 4.1 Construção do protótipo

A estrutura do protótipo das flores robóticas é mostrada na Figura 6. Foi confeccionada em duas flores com cinco pétalas, caule, e a base onde são colocados os circuitos para controlar e proporcionar os movimentos. Nas pétalas e na base são colocadas fitas LED, na base e caule são posicionados os motores de passo (um em cada caule e outro na base).

Para as pétalas foi usado o acrílico transparente (e resistente), de forma a ressaltar as cores das fitas LED. Com o acrílico cortado e moldado como pétalas, que apresenta o modelo inicial que tem dimensões de 24x38x62 cm, sem a fita de LEDs.

Figura 6 – Modelo do protótipo das flores robóticas.



Fonte: Própria do autor

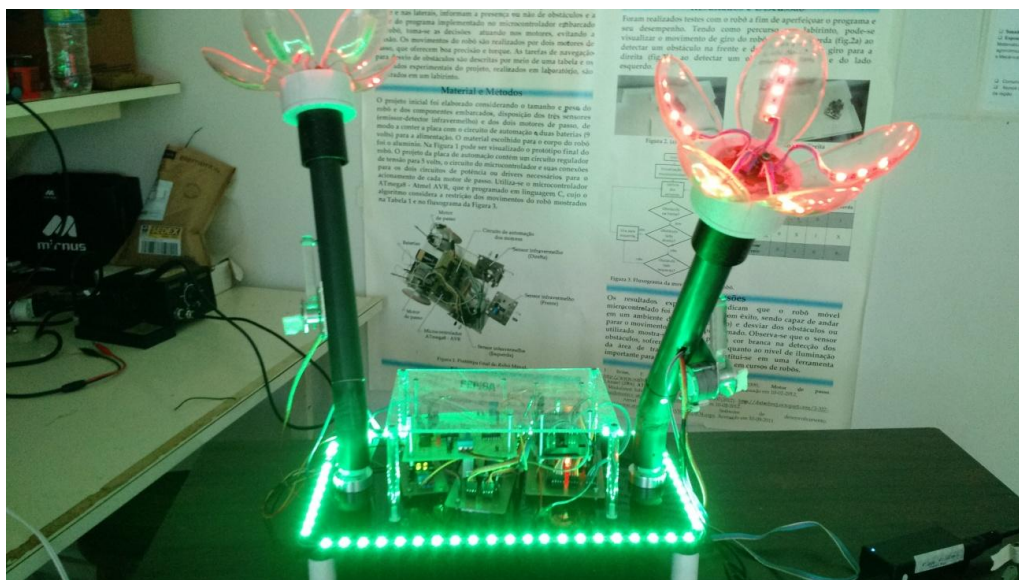
As pétalas estão ligadas em suas extremidades por um anel de cobre (com certo grau de liberdade), e apoiadas em outro suporte externo que faz parte do mecanismo de movimento. Os motores de passo são posicionados no caule para movimentar os miolos das duas flores e realizar o movimento de abrir/fechar as pétalas. Ainda no caule, o suporte interno está ligado ao motor e o externo é fixo ao caule, ao acionar o motor o suporte interno se movimenta, movimentando a extremidade onde as pétalas estão ligadas pelo anel. Em cada flor coloca-se um sensor, assim em um lado um LDR e no outro, um sensor PIR, e em cada pétala (em número de 5) é colado um pedaço de fita LED, três em cada pedaço.

A tampa de acrílico em cima da base nas dimensões, 20x11x11 cm é colocada não somente por motivos estéticos, mas principalmente, para a proteção das placas com os circuitos, que são distribuídos para facilitar as conexões com os motores, fita LED e sensores.



Na base, tem-se por baixo o motor de passo de torque mais alto, para realizar o movimento de toda a estrutura ligado ao caule das flores por um sistema de rolamentos e correia. O protótipo completo é mostrado na Figura 7.

Figura 7 – Protótipo das flores robóticas completo.



Fonte: Própria do autor

#### 4.1 Sequência de tarefas e Fluxograma

Baseadas nos sinais dos sensores, o protótipo de flores robóticas pode realizar uma série de ações (tarefas), definidas pelo programador. Visando observar o seu funcionamento foi criado um exemplo de programa com as seguintes tarefas: Piscar LEDs três vezes; verificar os sinais dos sensores; se a ação é devida ao LDR, trocar de cor; se a ação é devida ao PIR, realizar a ação de fechar/abrir pétalas e movimentar o caule.

No controlador o sinal analógico de saída do LDR é codificado em valores digitais de 0 a 1023, (resolução de 10 bits), foram divididos em 6 faixas. Dependendo da faixa do LDR, diferentes saídas do controlador são ativadas, acionando as três cores primárias do sistema RGB ou mais de uma simultânea, resultando em possibilidades de 9 cores, das quais somente 6 foram escolhidas, para garantir a estabilidade de cores e diminuir a sensibilidade do programa. A faixa de codificação das cores é apresentada na Tabela 1.

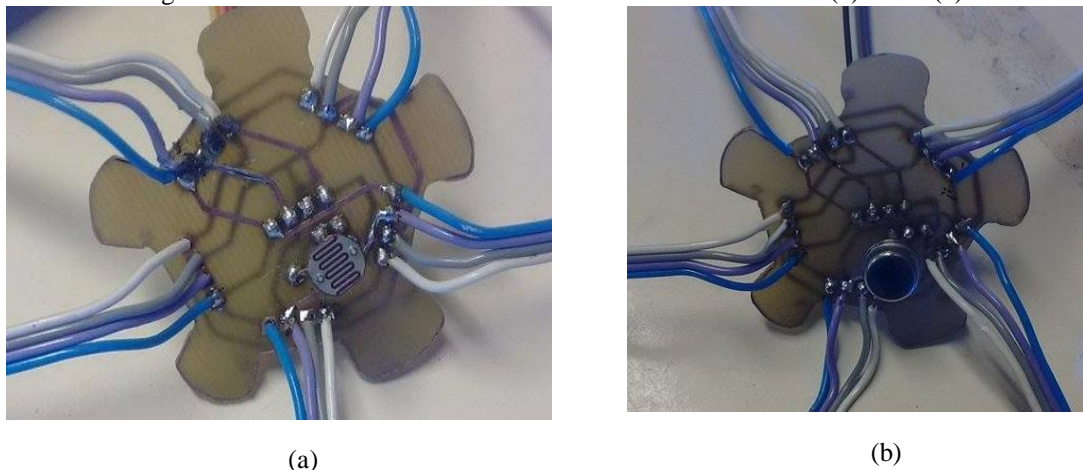
Tabela 1- Decodificação das cores

Codificação binária	Quantidade de luz	Cor que acenderá
Valores < 150	Pouca	Verde acenderá
151<valores<299	Pouca média	Amarelo (Verde e vermelho)
300<valores<449	Média	Vermelho
450<valores<599	Média alta	Lilás (azul e vermelho)
600<valores<849	Alta	Azul
Valores >850	Nenhuma das faixas acima	Branco (formado por todas as cores acesas)

Fonte: Própria do autor

O projeto dos miolos com cinco pétalas nas duas flores são usados para a conexão dos sensores, LDR e PIR e das fitas LED, Figura 8. Em cada pétala tem um pedaço de fita LED RGB, com três LEDs e resistores internos SMD (Surface Mounting Device) (LED-RGB, 2017). Os resultados dos testes com o exemplo de programa são apresentados nas Figuras 9 e 10, onde são mostrados várias cores de acordo com a detecção da iluminação.

Figura 8 – Miolos e as conexões dos sensores e fitas LED RGB. (a) LDR. (b) PIR



Fonte: Própria do autor

Figura 9 – Pétalas com os LEDs na cor vermelha

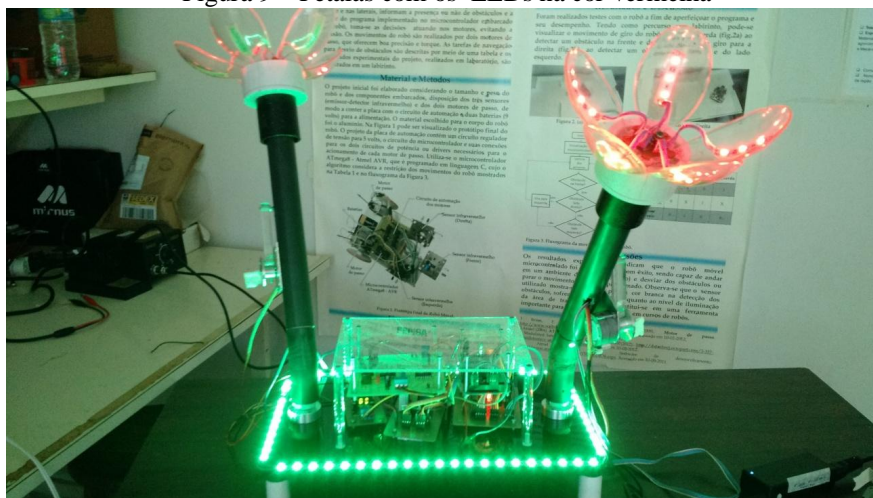
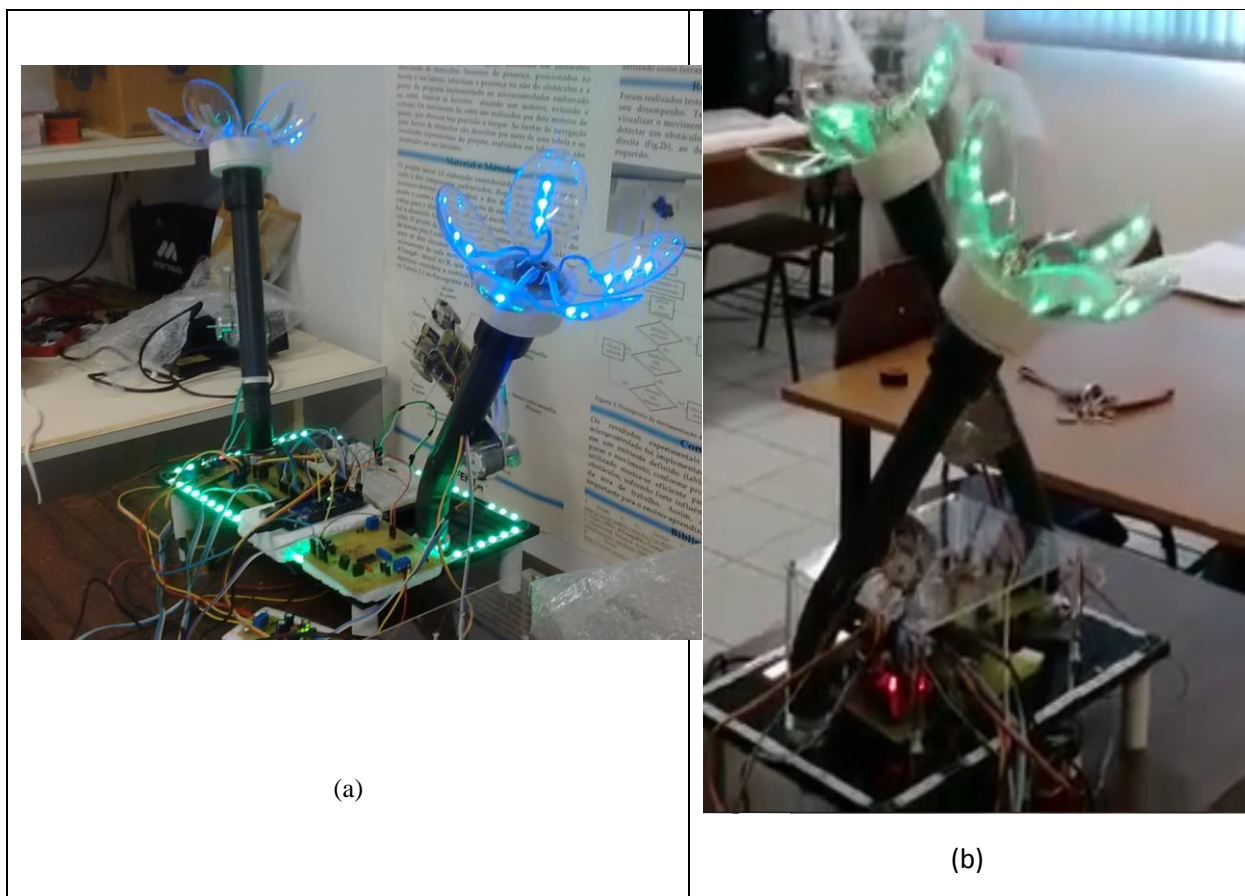




Figura 10 – Pétalas com os LEDs na cor (a) azul. (b) verde.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentados dois projetos onde são aplicados os conceitos envolvendo o biomimetismo, a inspiração na natureza, para desenvolver o girassol robótico e as flores robóticas.

Os resultados obtidos experimentalmente para o girassol robótico indicam que o projeto de controle e automação foi implementado com sucesso, sendo capaz de seguir uma fonte de luz incidente em seu miolo, devido aos dois sensores de detecção de luz e acompanhá-la, tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário; parar quando a fonte incidente para, não se mover quando não tiver luz. Seus movimentos (do motor) são controlados para que seu giro seja limitado na faixa de zero a  $180^\circ$ , imitando o girassol real que acompanha o sol. O algoritmo implementado para o desenvolvimento do programa de controle usa a linguagem C, e foi otimizado antes da gravação no microcontrolador, para os testes finais do girassol.

No protótipo de flores robóticas foi usado a plataforma de desenvolvimento Arduino Mega 2560 e componentes, tais como, atuadores (motores de passo), fitas LED coloridas, sensores de luz e presença, um conjunto de engrenagem e correia, transistores, diodos, amplificadores operacionais, fontes de alimentação e para a composição do mecanismo, materiais de acrílico e PVC. O protótipo imita o comportamento das flores da natureza como o movimento de abrir e fechar, e a mudança de cores com a adição de componentes que transformam circuitos eletrônicos em componentes robóticos e lúdicos, proporcionando efeito visual lúdico.



Com o projeto das flores robóticas pode-se ter um bom aprendizado sobre os sensores de luz e presença e como fazer o seu condicionamento. O aperfeiçoamento do mecanismo do caule e do miolo proporcionaram também uma experiência fornecendo subsídios para futuros projetos. As fitas LED foram outro aprendizado importante e fundamental para tornar o protótipo lúdico com a variação de cores de forma programada, ao detectar diferentes intensidades luminosas no ambiente, por causa do sensor LDR. Outras sequências e tarefas podem ser programadas no Arduino, proporcionando um instrumento interessante de motivação em eventos e feiras tecnológicas, motivando alunos, desde o ensino fundamental ao superior, ao ensino de robótica.

Os dois projetos proporcionaram aos dois alunos envolvidos um importante aprendizado e a vivência das etapas de um projeto em laboratório, desde a pesquisa inicial, aquisição e escolha dos materiais, criação e testes à elaboração e construção do projeto mecânico e eletrônico, fortalecendo os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso de graduação em Engenharia Elétrica.

Outros projetos similares podem ser criados e com uma importante utilidade, usando os mesmos princípios do biomimetismo como é o caso do Solbot, que aplica a mesma teoria do girassol robótico, para aproveitar a máxima quantidade de incidência de luz nos painéis solares.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0**, 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: nov. 2016.

ATMEL. AVR microcontroller ATmega8 (L). Complete Datasheet. Disponível em: <[http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8\\_L\\_datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2011.

BENYUS, Janine M. **Biomética: Inovação Inspirada pela Natureza**..1ª Edição, Editora Cultrix . SP, 2014.

FERREIRA, J. CÉZAR, KUDO, J. FELIPE, FORTES, D. RODRIGUES, PALHARES, R. MARTINEZ. **Controle de Direcionamento de um Painel Solar**. Laboratório de Controle e Automação. Universidade Federal de Minas Gerais, junho de 2006.

GIZMODO BRASIL, 2013. Disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/o-que-e-biomimetica/>>. Acesso em: jan. 2017.

KIRSNER, S. **Bichos robóticos tentam sair do laboratório**. Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.php?id=21663>>. Acesso em: nov. 2016.

LED - RGB. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/products/10820>>. Acesso em: jul. 2017

NATH, C. **Biomimetismo: Invenções inspiradas na natureza**. Disponível em: <<http://www.coletivoverde.com.br/biomimetismo>>. Acesso em: nov. 2016.

PEREIRA, Vinicius Giroldo; MANTOVANI, Suely Cunha Amaro **Controlando um Robô usando um Microcontrolador**. 2013. 71f. Trabalho de Graduação - Curso de Engenharia

Elétrica, Faculdade de Engenharia Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Ilha Solteira, SP. 2013.

PIERI, Edson Roberto De. **Curso de Robótica Móvel**. Florianópolis: Ufsc, 2002. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/bayetha/curso-de-robotica-movel>>. Acesso em: 13 maio 2013.

PLANET ATIVO. Disponível em: <<http://planetativo.com/2010/2013/10/o-que-e-biomimetica-ou-biomimetismo/>>. Acesso em: maio de 2017.

SIMÕES, Alexandre da Silva et al. **Jardim Robótico**. Sorocaba: Unesp, 2009. Disponível em: <<http://www.gasi.sorocaba.unesp.br/assimoes/projects/jardimrobotico>>. Acesso em: 12 maio 2013.

SOLBOT. **Robô que ajusta painéis fotovoltaicos pode reduzir custo da energia solar**. site: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/1055-robot-que-ajusta-paineis-solares-pode-reduzir-custos-da-energia-solar.html> . Acessado em novembro de 2012.

SUPERINTERESSANTE. **Inspiração Biológica**, 2017. Disponível em: <<http://www.superinteressante.pt/index.php/tecnologia/artigos/1851-inspiracao-biologica>>. Acesso em: jul. 2017.

VENDRAME JR. Airton. **Construção e controle de um manipulador robótico usando single-board Raspberry Pi**. 2013. 102 f. Trabalho de Graduação - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Ilha Solteira, SP. 2013.

## THE BIOMIMETISM MOTIVATES AND HELPS THE RESEARCHS IN ELECTRIC ENGINEERING UNDERGRADUATION COURSE.

**Abstract:** *In this work it has been proposed to present the researches carried out in robotics within the context of biomimeticism, where the living beings of nature, such as plants and animals, serve as inspiration in the creation of devices / prototypes that offer the human being comfort and efficiency. In this way, this concept is applied to two projects of completion of graduation course in Electrical Engineering, the first being the development of a robotic sunflower that follows the light of the sun and the other of robotic flowers that have as functions the color change by light incidence, movement of the flowers by the presence detection, with predefined movement routines. For the construction of these projects are used light and presence sensors, colored LED strips, acrylic, construction of printed circuit boards, power supplies, controlled by single board computer or individual microcontrollers. The movement mechanism of flowers and their petals is provided by actuators (stepper motors) along with gears and belt. Prototypes such as these require the assembly of a mechanical structure constructed in a didactic and playful way, aiming to be presented in science fairs and events intended for the public of primary and secondary schools, also serving as motivation for projects of other students in the undergraduate. At the same time, they provide the undergraduate student a multidisciplinary approach.*

**Key-words:** Biomimicry. Robotic Sunflower. Sensor. Engines. Robotics flowers.