

## DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ MÓVEL INTELIGENTE

Ana Cláudia Ribeiro Lemos<sup>1</sup>  
Kennya Resende Mendoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Goiás/Campus Jataí/Engenharia Elétrica – PIBITI, rl.anaclaudia@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto Federal de Goiás/Campus Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, kennyaresende@gmail.com

### Resumo

O estudo da robótica móvel é um tema bastante relevante e atual, sendo que esta área de estudos e pesquisas apresentou um grande salto em seu desenvolvimento nas últimas duas décadas. A pesquisa e desenvolvimento em robótica móvel requerem conhecimentos de diversas áreas, da Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e das diferentes áreas da Computação. Em particular, a área de computação possui um papel muito importante como área que provê o suporte de conhecimentos e técnicas que irão permitir dotar estes robôs móveis de sistemas de controle mais robustos, seguros, autônomos e inteligentes. Faz-se, portanto, necessária a formação de profissionais capacitados para atuar nesta área em grande expansão, e mais do que isto, é de grande importância que se possa “desmistificar” a robótica móvel e com isto incentivar a formação de pessoal capacitado a trabalhar nesta área. Diante disto, este trabalho apresenta aspectos da metodologia e da implementação de um robô móvel inteligente microcontrolado de qualidade e de baixo custo, para atuar em ambientes terrestres irregulares, visando seu uso em praticas pedagógicas do curso superior de bacharelado em engenharia elétrica, permitindo assim, à verificação por parte dos alunos do curso de dados teóricos com dados experimentais adquiridos com um robô real, e não por simulações. Para estes objetivos, o robô foi desenvolvido de maneira a garantir robustez suficiente para resistir às diversas condições ambientais em que estará sujeito. Para a obtenção dos dados do ambiente são utilizados sensores ultrassônicos (sonares).

**Palavras-chave:** Robótica, Robótica Móvel, Navegação Autônoma, Arduino.

### 1 INTRODUÇÃO

A sociedade sempre almejou eficiência e precisão na realização de tarefas. Por conseguinte, desde os tempos mais remotos o homem tem criado dispositivos e máquinas que os auxiliem na realização de suas tarefas, principalmente as perigosas ou impossíveis aos seres humanos, como por exemplo, o fundo do mar, lugares com risco de radiação, exploração de outros planetas (ALBÁN-PEÑAFIEL, 2014). Assim, o termo “robótica” passou a ser utilizado para descrever a área da tecnologia que estuda e desenvolve os dispositivos, chamados de robôs, que automatizam alguns processos, sobretudo na área industrial.

A ideia de se construir robôs ganhou força no início do século XX, mas foi somente após o surgimento da moderna eletrônica baseada em microcontroladores e da disseminação do uso dos computadores que a robótica encontrou suas primeiras aplicações realmente viáveis (SCHAFER, 2011). Os primeiros robôs eram pouco mais que ferramentas sem inteligência e capacidade de tomar decisões (ROBOTICS, 2012). Aos poucos, junto a evolução da computação, evoluiu o conceito de robô. Os robôs passaram a incorporar elementos que os

tornam capazes de perceber e interagir com ambiente. Assim, a robótica passou a oferecer aplicações em outras áreas nas quais o homem atua, buscando sempre tornar a vida do ser humano mais confortável e com maior qualidade.

Existem diversas classes de robôs, estas diferenciam-se de acordo com as suas aplicações e maneira de trabalhar. Entretendo, os robôs podem ser divididos em duas grandes classes, os robôs manipuladores e os robôs móveis. Um robô manipulador possui base fixa em determinado local do ambiente de trabalho e é projetado para manusear materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especiais, sendo amplamente utilizados nas indústrias, principalmente nas linhas de montagens automobilísticas. Os robôs móveis possuem a habilidade de se deslocarem pelo ambiente, seja por terra, pelo ar ou pela água, podendo ser utilizados em tarefas onde não existem limites geográficos (CORREA, 2013).

Segundo Albán-Peñafield e Pereira (2014), muitas pesquisas em robótica móvel, buscam soluções que provejam aos robôs móveis uma maior autonomia. Um robô autônomo deve aceitar descrições de alto nível das tarefas que eles devem desenvolver, sem a necessidade de maiores intervenções humanas. As descrições de entrada especificam o que o usuário deseja que seja feito, e não como proceder para fazê-lo. Para tanto, um robô móvel inteligente atual é equipado com sensores (visão, infravermelho, sonar, tato, toque, sistemas de navegação inercial, etc.) que permitem a percepção do meio ambiente, total ou parcialmente desconhecido, e é dotado de capacidade de decisão, que lhe permite cumprir uma tarefa sem intervenção humana. Quando tais sensores estão disponíveis no robô, pode-se fazer uso da interação do robô com o ambiente, fazendo-o perceber e construir o modelo do ambiente no qual o movimento se desenvolve e depois decidir as ações a serem tomadas para a realização da tarefa (JÁCOBO, 2001).

O uso de robôs móveis em aplicações domésticas (aspiradores de pó e cortadores de grama robóticos), industriais (transporte automatizado e veículos de carga autônomos), urbanas (transporte público, cadeiras de rodas robotizadas), militares (sistemas de monitoramento aéreo remoto – VANTs, transporte de suprimentos e de armamento em zonas de guerra, sistemas táticos e de combate) e de segurança e defesa civil e militar (controle e patrulhamento de ambientes, resgate e exploração em ambientes hostis), demonstram a grande gama de aplicações atuais destes robôs e os interesses econômicos envolvidos em relação ao seu desenvolvimento e aplicação (WOLF et al., 2009).

Dentro deste contexto, constata-se a grande importância do desenvolvimento desta área de pesquisas em nosso país, de modo a não “ficarmos de fora” desta revolução que vai transformar nossas vidas em um futuro muito próximo. A pesquisa e desenvolvimento em robótica móvel requerem conhecimentos de diversas áreas, da Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e das diferentes áreas da Computação. Em particular, a área de computação possui um papel muito importante como área que provê o suporte de conhecimentos e técnicas que permitirão dotar estes robôs móveis de sistemas de controle mais robustos, seguros, autônomos e inteligentes. Faz-se, portanto, necessária a formação de profissionais capacitados para atuar nesta área em grande expansão, e mais do que isto, é de grande importância que se possa “desmistificar” a robótica móvel e com isto incentivar a formação de pessoal capacitado a trabalhar nesta área (WOLF et al., 2009).

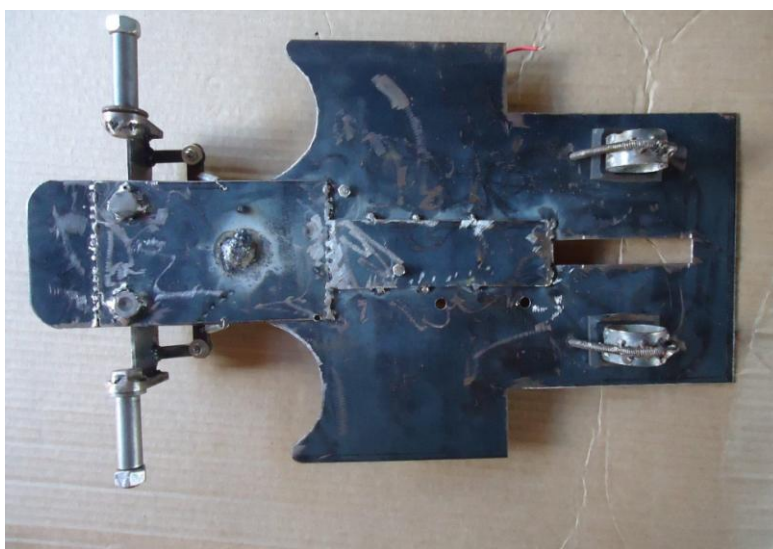
Diante desta contextualização o presente trabalho apresenta aspectos da metodologia e da implementação de um robô móvel inteligente microcontrolado de qualidade e de baixo custo, para atuar em ambientes terrestres irregulares, visando seu uso em práticas pedagógicas do curso superior de bacharelado em engenharia elétrica, permitindo assim, à verificação por parte dos alunos do curso de dados teóricos com dados experimentais adquiridos com um robô real, e não por simulações.

## 2 DESENVOLVIMENTO DO ROBÔ

O robô foi desenvolvido tomando como ponto inicial seu ambiente de trabalho, assim o robô foi desenvolvido de maneira a garantir uma atuação eficiente em terrenos irregulares.

### 2.1 CHASSI

O chassi do robô foi confeccionado a partir de chapas de aço e maneira a garantir robustez suficiente para resistir às diversas condições ambientais em que estará sujeito. A Figura 1 mostra o chassi desenvolvido.



**Figura 1: Chassi desenvolvido.**

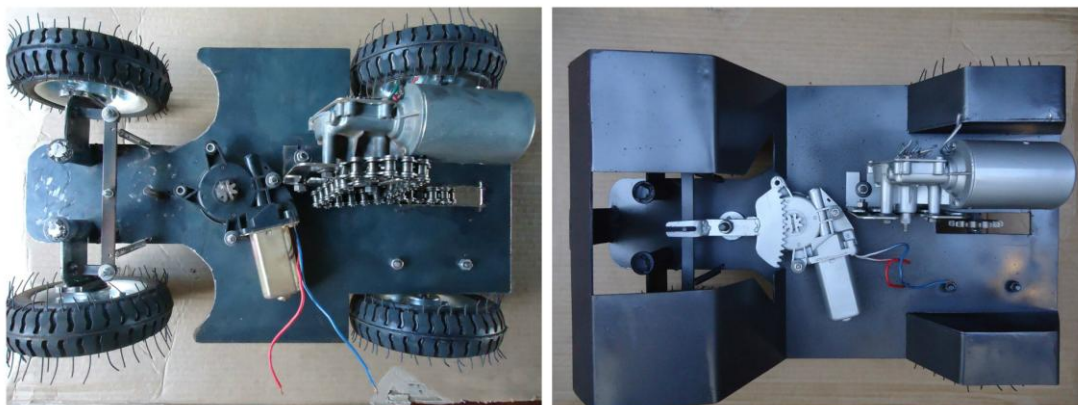
### 2.2 SISTEMA DE LOCOMOÇÃO

O sistema de locomoção conta com quatro rodas com aro em aço e pneus de borracha maciça, garantido a estabilidade do sistema. O sistema de locomoção foi desenvolvido de maneira que as duas rodas traseiras fossem ligadas ao mesmo eixo e as rodas dianteiras tivessem eixos independentes. O eixo traseiro é o eixo de tração e permite que o robô se movimente para frente e para trás. O motor de tração é ligado ao eixo traseiro por meio de engrenagens conectadas por uma corrente. Uma engrenagem foi fixada no eixo do motor (engrenagem motora) e a outra (engrenagem movida) foi fixada no centro do eixo traseiro. Devido ao peso elevado do robô, foi necessário utilizar um motor que tivesse elevado torque, optou-se por um motor de corrente contínua de 12 V, modelo utilizado em limpadores de para brisas de automóveis. O motor, foi doado para o projeto por uma empresa que trabalha com reciclagem de peças de carro da região.

As rodas do eixo dianteiro são conectas a molas, uma para cada roda, estas molas são conectadas a uma haste de metal. No centro da haste de metal foi conectado um sistema com engrenagem, que por sua vez é conectada a outra engrenagem, que, por fim, é conectada ao eixo

de um motor. De acordo com o sentido de rotação do motor, este sistema permite com que o robô vire para a direita ou para a esquerda. Por nesse sistema não ser necessário um motor de torque tão elevado quanto no sistema de tração e pela disponibilidade deste na universidade, optou-se por um motor de corrente contínua de 12 V, modelo utilizado em sistema de acionamento de vidros elétricos de automóveis.

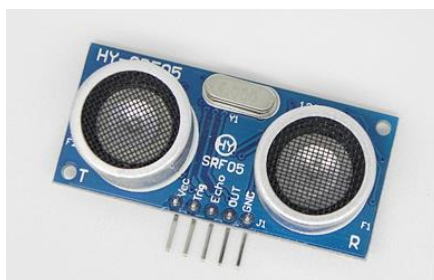
A Figura 2 mostra a sistema de locomoção desenvolvido.



**Figura 2: Sistema de locomoção desenvolvido.**

## 2.3 SENSORES

Os robôs móveis interagem com o ambiente através de sensores, que correspondem aos “sentidos” do robô. O robô desenvolvido utiliza sensores ultrassônicos HC-SR04 (Figura 3), para coleta de dados do ambiente. Optou-se por utilizar este sensor devido a sua eficácia, reportada em literatura, e custo. Este é relativamente barato e pode ser facilmente encontrados no mercado.



**Figura 3: Sensor ultrassônico HC-SR04.**

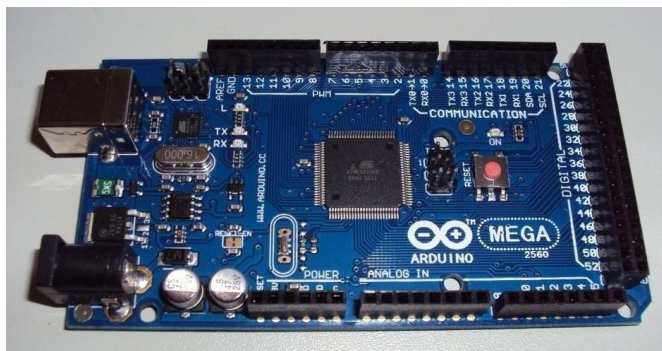
O Sensor Ultrassônico HC-SR04 permite fazer leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm. O funcionamento do HC-SR04 baseia-se no envio de sinais ultrassônicos pelo sensor, que aguarda o retorno (echo) do sinal, e com base no tempo entre envio e retorno, calcula a distância entre o sensor e o objeto detectado.

Para determinar a posição e orientação do robô no ambiente optou-se, devido à eficácia reportada em literatura, por encoders conectados as rodas traseiras e dianteiras. Devido ao custo encoders ópticos optou-se por desenvolver os encoders que seriam utilizados, porém, não obtemos um resultado satisfatório.



## 2.4 MICROCONTROLADOR

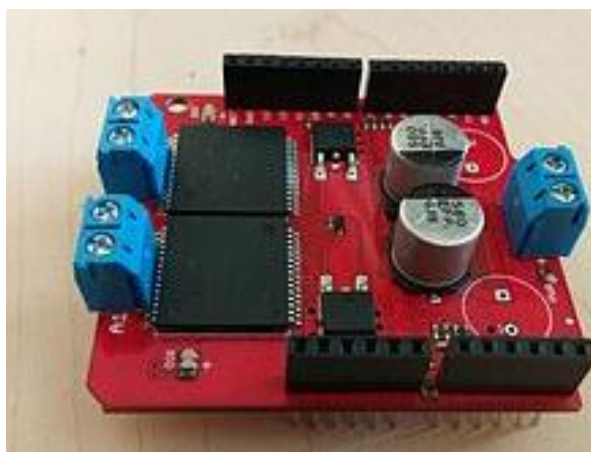
Para o controle do robô optou-se por utilizar o Arduino Mega 2560 (Figura 4), que consiste em uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador Atmel AVR, com suporte a entradas e saídas. A escolha pelo Arduino levou em consideração o seu baixo custo, eficiência em relação aos requisitos do projeto e o fato do mesmo ser um hardware livre.



**Figura 4: Arduino Mega 2560.**

## 2.5 DRIVES DOS MOTORES

Drive é o termo utilizado para denominar as placas eletrônicas de interfaceamento, entre os dispositivos a serem acionados e o microcontrolador. Para interfaceamento dos motores de corrente contínua com o Arduino optou-se, devido à tensão e corrente suportada, por utilizar o Monster Motor Shield (Figura 5). O Monster Motor Shield é capaz de fazer o interfaceamento com o controlador de dois motores de corrente contínua simultaneamente, de 12 V até 10 A, permitindo desde o controle de sentido de giro até o controle de potência e velocidade.



**Figura 5: Monster Motor Shield.**

Para acionamento do motor de passo é utilizado o drive ULN2003, devido a facilidade de interfaceamento com o Arduino.



## 2.6 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO

O sistema de alimentação de qualquer sistema robótico demanda uma atenção especial, pois sem uma alimentação adequada o sistema não funcionará corretamente. Para suprir o alto torque demandado pelos motores de corrente contínua escolheu-se, devido à disponibilidade e por atender ao projeto, uma bateria selada que opera com tensão de 6V e capacidade de 4 A hora (Figura 6).



**Figura 6: Bateria utilizada para utilizada para a alimentação dos motores CC.**

Para a alimentação no controlador, sensores e drives utiliza-se baterias 9V, o que atende bem ao projeto.

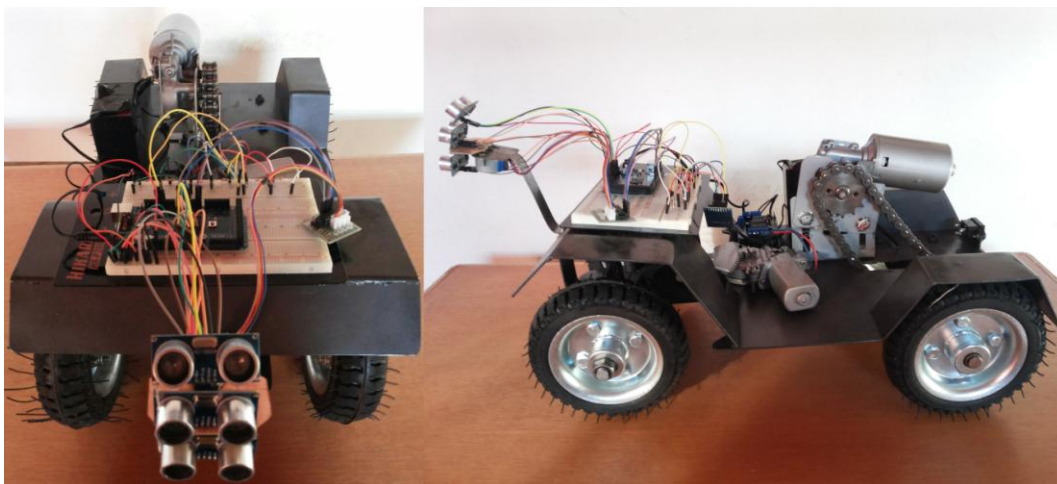
## 2.7 MODULO SD

Pensando no robô como uma ferramenta educacional, foi implementado ao robô um modulo de cartão SD, que permite armazenar os dados obtidos pelo robô por meio dos sensores ultrassônicos. O armazenamento destes dados permite sua posterior análise e processamento, em softwares adequados, para geração de mapas do ambiente explorado pelo robô.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o robô ser utilizado em terrenos irregulares foi necessário desenvolvê-lo levando-se em consideração fatores como velocidade, peso, capacidade de tração, resistência entre outros fatores. Durante a implementação do robô houve algumas dificuldades. Para alinhar os eixos do robô, foi necessária a utilização de mão de obra especializada. Houve dificuldades também com o drive para o interfaceamento dos motores de corrente contínua e o controlador, devido à elevada corrente exigida por estes motores e consequentemente a corrente que o drive deveria suportar.

Na Figura 7 é mostrado o robô desenvolvido. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, o robô apresenta robustez necessária para executar os objetivos propostos.



**Figura 7: Robô desenvolvido.**

No que se refere ao algoritmo desenvolvido para os testes do robô móvel este se mostrou-se eficaz. Mesmo com as dificuldades encontradas devido às limitações dos sonares o sistema apresentou bons resultados, permitindo a navegação do robô de maneira autônoma. Notou-se também que o desempenho de tempo do modelo como um todo ficou prejudicado, uma vez que, o algoritmo desenvolvido necessita que o robô interrompa seu movimento para efetuar a identificação dos obstáculos através dos sonares.

#### **4 CONCLUSÕES**

Este trabalho apresentou de forma sucinta a concepção, desenvolvimento e implementação de um robô móvel para navegação em ambientes externos. Com a possível melhoria e implantação do sistema proposto nas práticas pedagógicas, espera-se que exista uma melhora na concepção destes conceitos relacionados à robótica móvel pelo curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Goiás, campus Jataí, permitindo que os alunos desenvolvam lógicas para o controle inteligente de um robô móvel real.

#### **REFERÊNCIAS**

ALBÁN-PEÑAFIEL, Diana Sabina. **Navegação em Ambientes Internos para um Robô Pessoal**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/BUOS-9UJN47>>. Acesso em: jan. 2016.

ALBÁN-PEÑAFIEL, Diana S.; PEREIRA, Guilherme, A. S. **Geração de mapas para localização e navegação de um manipulador móvel usando múltiplos sensores**. Congresso Brasileiro de Automática, 2014. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/anais/cba/2014/PDF/1569927159.pdf>>. Acesso em: set. 2015.

CORREA, Diogo Santos Ortiz. **Navegação autônoma de robôs móveis e detecção de intrusos em ambientes internos utilizando sensores 2D e 3D.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Computação e Matemática Computacional, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-26082013-100127/pt-br.php>>. Acesso em: jul. 2016.

JÁCOBO, Justo Emilio Alvarez. **Desenvolvimento de um Robô Autônomo Móvel Versátil utilizando Arquitetura Subsumption.** Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Dissertação de Mestrado. Campinas, 2001.

ROBOTICS, International Federation of (Comp.). **History of Industrial Robots:** From the first installation until today. Frankfurt, Alemanha: Milestones, 2012. Disponível em: <[http://www.ifr.org/fileadmin/user\\_upload/downloads/forms\\_\\_\\_info/History\\_of\\_Industrial\\_Robots\\_online\\_brochure\\_by\\_IFR\\_2012.pdf](http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/forms___info/History_of_Industrial_Robots_online_brochure_by_IFR_2012.pdf)>. Acesso em: jan. 2016.

SCHAFER, Herbert. **O mercado da robótica no Brasil.** CETEP – Faculdade de Tecnologia. Curitiba, PR, 2011. Disponível em <<http://cetepensino.com.br/?p=3452>>. Acesso em: abr. 2015.

WOLF, Denis Fernando et al. **Robótica Móvel Inteligente:** da Simulação às Aplicações no Mundo Real. Capítulo 1. 2009. Disponível em: <[http://osorio.wait4.org/publications/2009/CL\\_JAI2009\\_Completo.pdf](http://osorio.wait4.org/publications/2009/CL_JAI2009_Completo.pdf)>. Acesso em: abr. 2015.