

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP  
Artigo CREEM2012

## DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA ROBÓTICA INSPIRADA NAS FORMAS E COMPORTAMENTOS DO BESOURO-GIRAFA

**Daniel Santos e Prof. Francisco Dias**

UEMA, Universidade Estadual do Maranhão, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Paulo VI - Bairro Tirirical - CEP 65055-310 – São Luís – Maranhão  
E-mail para correspondência: dantmec@gmail.com

### Introdução

O Besouro é um inseto do Filo *ARTHROPODA* que possui patas articuladas e caracteriza-se por possuir élitros (asas em forma de estojo, superiores às asas flexíveis, as quais são partes do exoesqueleto do animal, lhe oferecendo proteção) (Amabis *et al*, 2006), desta forma podem habitar os mais inóspitos lugares, desde os mais secos aos mais úmidos, dependendo de sua carcaça e aparelho bucal. É conferida de uma variedade que ultrapassa as centenas de milhares, cada uma adaptada para um tipo de habitat.



Figura 1 - O besouro girafa (*Tracheolus girafa*) é natural da ilha de Madagascar, caracterizado pelo seu dimorfismo sexual (macho possui o pescoço ou tagmas da cabeça duas a três vezes mais longo do que o da fêmea).

Observando as características peculiares deste animal, foi constatado que na espécie da família Attelabidae ou no Besouro-Girafa (*Tracheolus girafa*), surgiam características nos tagmas anteriores que facilitavam muito a construção do seu casulo ou ninho, assim como a sua posterior análise (realizada pelo próprio animal).

### Objetivo

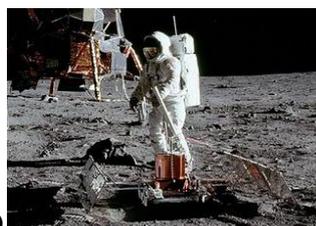
Desenvolver uma plataforma robótica inspirada neste tipo de animal (Besouro-Girafa), principalmente pelo seu membro dianteiro, que lhe proporciona todos os movimentos necessários para a construção, e principalmente análise de estruturas em locais inóspitos, como em lavouras escombros ou até mesmo em locais suspensos com pouca oferta de apoios.

### Agricultura Mapeada e Setor Aeroespacial

Atualmente o mapeamento de solos por parte dos grandes e médios produtores, tanto do Brasil como em outras partes do mundo, tem levado a pesquisa de várias soluções no que se relacionam a análise de solo (composição química e umidade basicamente). No entanto, ainda são muito questionadas as análises via equipamento automatizado ou robô controlado por um técnico especializado, ante a análise visual e científica que o mesmo técnico pode realizar com o uso de técnicas nem tanto sofisticadas.



(a)



(b)



(c)

Figura 2 - Robô sendo utilizado para mapeamento de plantações, mostrando resultados em tempo real (a); Experimentos de análise de solo e vibrações sendo realizada em solo Lunar (b); Robôs com braços articulados frontais são uma realidade (robô Curiosity já construído pela NASA para análises de solo em Marte) (c)

No setor aeroespacial brasileiro a necessidade de pesquisas intensas com relação a plataformas robotizadas para a realização dos mais diversos experimentos, torna o desenvolvimento de sensores e a análise de solo questões cruciais a serem solucionadas, (o desenvolvimento desta plataforma tem o objetivo de amenizar esta situação).

### Sensores em Plataforma

Dos vários tipos de transdutores que podem ser utilizados para mapear um fenômeno físico ou químico, os sensores ópticos se apresentam com uma grande potencialidade quanto à análise de massa, aspectos químicos de substâncias analisadas e análise de fenômenos periódicos. A plataforma robótica com um membro articulado permite o preciso posicionamento angular com relação aos feixes de incidência, além da instalação de outros sensores e sistemas embarcados, cuja finalidade seja de coordenar todos estes experimentos, além de quantificá-los precisamente, transformando uma análise preliminar em um relatório completo das condições do fenômeno, objeto, ou solo analisado.

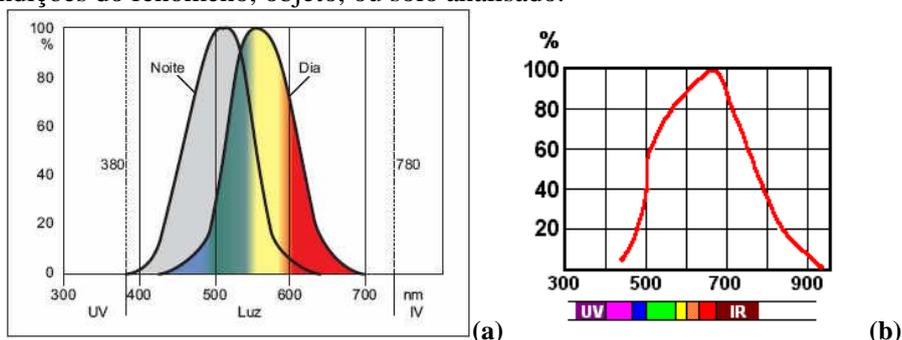


Figura 3 - Curva de sensibilidade do olho humano aos comprimentos de onda durante o dia e durante a noite (a); Curva característica da porcentagem de absorção de radiação em um LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) em função dos comprimentos de onda que o sensor absorve (em nm) (b).

Estas curvas caracterizam as faixas de comprimento de onda a que o ser humano consegue perceber em relação ao sensor LDR, muito utilizado no mercado, o que demonstra a vulnerabilidade da análise por um indivíduo considerando a parte “industrial” da faixa de comprimentos de onda que corriqueiramente é mais utilizada pelos vários tipos de sensores, nos mais diversos ramos da automação (Braga, 2005). Transdutores ópticos e novas técnicas de análise do solo devem ser utilizados para medir fenômenos que tenham ação direta sobre o local e podem ser mapeados nas faixas do comprimento maiores que o infravermelho ou então menores que o comprimento da radiação ultravioleta). Os sensores colocados em sondas apresentam várias limitações quanto ao ambiente, principalmente no caso dos ópticos e químicos, quanto à “SUJEIRA NO SENSOR”, ocasionada basicamente pelo contato com sedimentos úmidos em solo, ou por atração eletrostática, limitando o número de experimentos a serem feitos em uma lavoura em situações reais, inviabilizando a utilização do robô em muitas aplicações industriais. Sensores térmicos têm grande aplicação neste tipo de sonda, principalmente em solos de indústrias para a verificação de vazamentos e infiltrações (Natale, 2008), ou até mesmo análises mais aprimoradas em superfície, com a utilização de bombas de RAIOS-X.

### Controle e Locomoção

A plataforma automatizada possui um sistema mecânico de articulações que permitem o movimento da sonda tanto vertical quanto radial (2 graus de liberdade), além do movimento rotacional de perfuração (que pode ou não ser acoplada dependendo da aplicação ou função que for preterida ao robô), tornando a plataforma robótica flexível a um maior número de sensores.

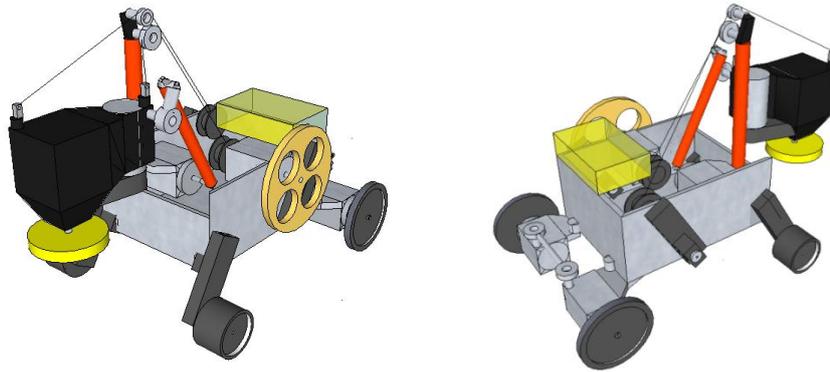


Figura 4 - Robô desenhado para ter como material base em sua construção efetiva o alumínio, pelas restrições de peso e usinabilidade (no protótipo inicial foram utilizados materiais alternativos devido ao custo).

O sistema locomotor se faz através de duas caixas redutoras dianteiras em sistema diferencial, o que exige das rodas traseiras uma barra de transferência de esforços rotacionais (caracterizada como uma barra de direção), devido ao afastamento das rodas traseiras do centro de rotação que se localiza no eixo que corta os centros de massa das duas rodas dianteiras (Beer, 1997). As rodas traseiras são mancais livres que possuem apoio articulado na carcaça, a princípio desenhada em Alumínio, mais que pode apresentar variantes no processo de construção devido às diferentes funções e locais a que o sistema poderá ser submetido. O circuito eletrônico de controle deve englobar, inicialmente, o sistema diferencial de locomoção, assim como as etapas de potência e controle do braço automatizado dianteiro (Braga, 2005) e seus graus de liberdade, proporcionando para qualquer sensor um controle preciso além de uma portabilidade quanto ao fornecimento de energia e sinais que o sensor precisar para poder funcionar satisfatoriamente.

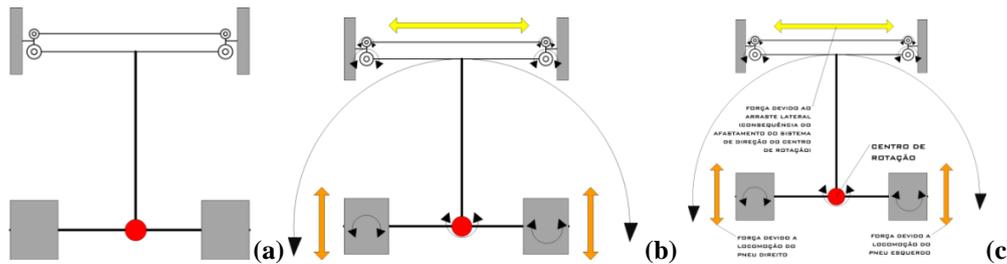


Figura 5 - Plataforma Robótica (a); Diagrama da dinâmica de locomoção da plataforma (b); Forças na plataforma devido ao atrito com o solo geradas pelo deslocamento horizontal, rotacional e lateral da mesma, descritas juntamente com o seu ponto de aplicação (c).

Por motivo de deslocamento horizontal do centro de gravidade (consequência do deslocamento horizontal da sonda automatizada) (Meriam, 2004) as rodas dianteiras foram dotadas de tração, pelo aumento da força normal resultante, devida ao deslocamento de massa, otimizando o controle diferencial.

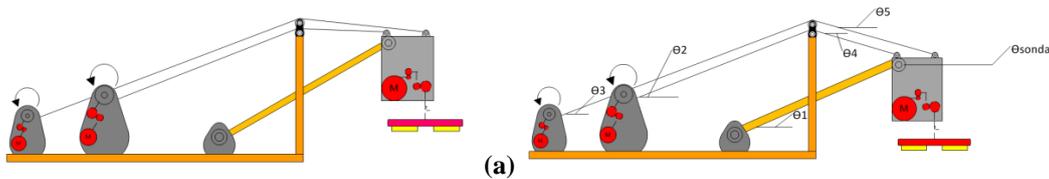


Figura 6 - Diagrama do braço articulado com sistema de elevação por cabos, controlado via dois motores DC com redução (a); Ângulos de inclinação dos vários componentes do mecanismo de elevação, com destaque para o  $\theta_{sonda}$  no qual serve de base para o controle de todo o mecanismo de posicionamento da sonda em relação ao solo (necessário aos experimentos em solo) (b).

O sistema de posicionamento da sonda é controlado por cabos com o simples objetivo de amenizar as vibrações transferidas à sonda no movimento da mesma em funcionamento, aumentando a precisão e suavidade nos movimentos (isso significa um controle mais simples e menos dedicado a regulagem e amortização de solavancos gerados pelos pelos motores DC).

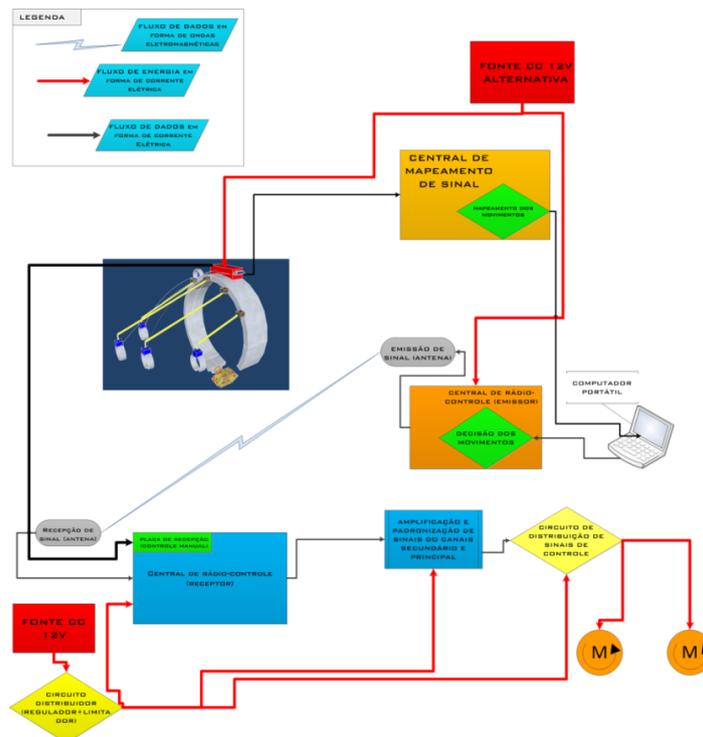


Figura 7 - Diagrama de controle dos movimentos de locomoção do robô com base no controle via sinal de rádio, ou do sinal do controle manual proporcionado pelos falanges do controlador (no caso dos controles manuais a alimentação segue em forma de sinal para os atuadores- desenvolvimento a parte do desenvolvimento da plataforma).

## Metodologia

A linha de pesquisa e as soluções encontradas no desenvolvimento desta plataforma foram realizadas com análises de limitações de plataformas anteriores, juntamente com a quantidade de dados adquiridos durante a pesquisa, levando a resultados muito mais eficientes quanto à efetivação de soluções, principalmente pela intensa análise de campo (levou a resultados mais efetivos e muito mais aplicáveis).

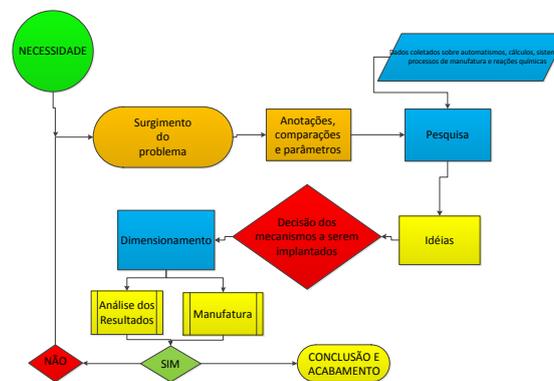


Figura 8 - Diagrama da metodologia de pesquisa adotada.

## Conclusão

Os trabalhos realizados em laboratório, além do acompanhamento feito com testes em bancada e testes de solo ou missão, mostraram que o controle diferencial, apesar de primário, é um simples e preciso controle de movimentos em locais com espaço limitado, principalmente na contribuição para o posicionamento da sonda no local pretendido (no caso desta, primeiramente foi objetivada pesquisas em robótica aliadas à perfuração automatizada, nas áreas de agricultura mapeada e robótica aeroespacial), tornando este robô uma realidade, mesmo sendo construído inicialmente com materiais alternativos.

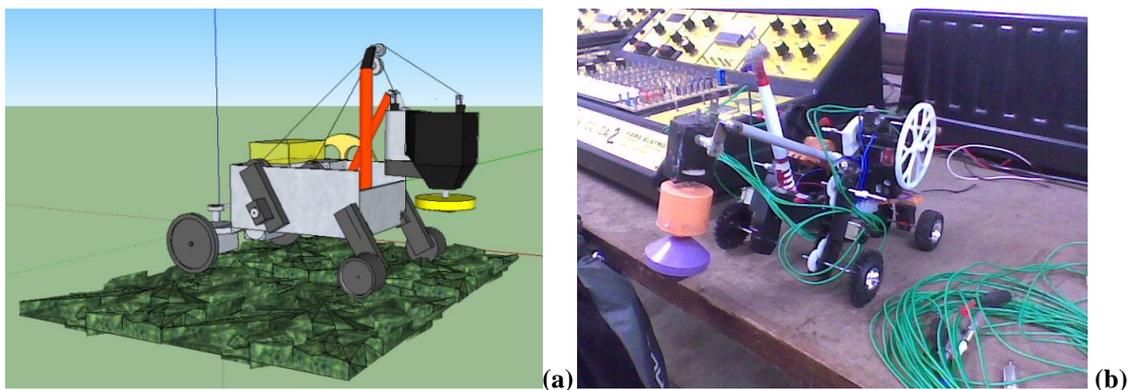


Figura 9 - Robô e irregularidades desenhadas para verificação da eficiência de design e estrutura em missão de mapeamento (irregularidades proporcionais às encontradas em solos pouco acidentados com vegetação rasteira e irregular) **(a)**; Protótipo fabricado com peças alternativas para análise e desenvolvimento do sistema de controle **(b)**.

### Referências Bibliográficas

- Amabis, José Mariano; MARTHO Gilberto Rodrigues ., “Fundamentos da Biologia Moderna”, (e.d 4.) p 378-417; p 428-450, Moderna 2006.
- Beer Ferdinand P.; RUSSELL E. JOHNSTON, Jr.; Willian E. CLAUSEN., “Vector mechanics for engineers”, (Dinâmica- e.d 7) -1997 p 601-612, Mc. Graw Hill
- Braga Newton C., “Eletrônica Básica para Mecatrônica”, ( e.d 1.) p 9-157, Editora Saber, 2005
- Meriam J.L.; L.G.KRAIGE., “ENGINEERING MECHANICS V1-STATICS”, (e.d 5.) p159-168; p298-304, 2003, LTC, 2004.
- Natale Ferdinando., “Automação Industrial”, (e.d 10. Revisada) Ferdinando Natale 1946- p 1-98, São Paulo , **ÉRICA**, 2008.

