

A IMPORTÂNCIA DA SUCATA TECNOLÓGICA NO DESENVOLVIMENTO DE ESTADOS BÁSICOS EM ROBÓTICA

Eduard Montgomery Meira Costa¹

Resumo: Face às diversas dificuldades envolvidas nos processos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, e aos problemas gerados, tanto pela falta do que fazer com a sucata tecnológica, quanto pela inadequação da maioria das indústrias à reciclagem de produtos obsoletos, o presente artigo mostra possibilidades de reutilização do lixo eletrônico, ao mesmo tempo em que discute o desenvolvimento de protótipos robóticos a partir da sucata.

Palavras-chave: Robótica; Sucata; Eletrônica; Veículo Autônomo.

Abstract: Due to several difficult involved in researches on technological development, and generated problems because technological scrap not functional and industrial inadequacy in front of obsolete products not recycled, the preset paper shows possibilities of reuse of electronic refuse, at the same time that discusses the development of a robot prototype from scrap.

Keywords: Robotic; Scrap; Electronics; Autonomous Vehicle.

1 Introdução

Embora a frase *lixo eletrônico* remeta ao turbilhão de mensagens que chegam todos os dias às caixas de e-mail, a mesma refere-se também a um perigoso subproduto do rápido desenvolvimento tecnológico, e que não tem sido adequadamente administrado, tanto pelos usuários quanto pelos vendedores de tecnologia, refletindo em grandes prejuízos ao meio ambiente.

Como é de se esperar, o melhor caminho para equipamentos obsoletos e que, muitas vezes, nem funcionam mais, seria o reaproveitamento por parte de seus fabricantes através de um processo de reciclagem ou remanufatura, minimizando a dispersão de materiais nocivos ao meio ambiente, tal como o chumbo e o estanho, e a necessidade da exploração de minérios como cobre e ouro, presentes em fios e placas de circuito impresso dos equipamentos eletrônicos. Porém, apenas alguns fabricantes como a Dell[®], Apple[®], Sony[®], HP[®], e Toshiba[®], recolhem ao menos alguns dos seus

¹ Doutor. Trabalha com os temas Eletromagnetismo, Automação, Controle, Robótica, Educação, Programação Professor da Univasf. E-mail: eduard.montgomery@univasf.edu.br

velhos eletrônicos, o que representa uma ínfima parcela de todo o material obsoleto levado ao lixo no mundo todo, em especial computadores e periféricos.

Por mais que possa parecer que a sucata tecnológica não possui nenhuma utilidade, o presente artigo evidencia a importância desse material que, na realidade, é uma fonte rica de componentes eletrônicos, mecânicos e eletromecânicos, conforme observou Cesar e Bonilla (2007):

Atualmente existe uma situação de descarte de equipamentos obsoletos ou inutilizados que não justificam sua manutenção. Tais equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o educando na montagem de seus projetos de controle do DEC [Dispositivos Eletrônicos a serem Comandados], como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, bornes de ligação, resistores, transistores, reguladores de tensão, etc. Estes dispositivos e materiais podem ser reaproveitados. Esta possibilidade não se limita a equipamentos de informática. Aparelhos eletrônicos em geral, máquinas fotográficas e brinquedos fora de uso, podem ser também aproveitados integralmente ou em parte no projeto de controle do DEC. (CÉSAR; BONILLA, 2007, p. 4).

Nesse contexto, o aproveitamento da sucata se justifica como uma alternativa, tanto para o problema do lixo eletrônico no meio ambiente, quanto para casos nos quais há dificuldade tanto financeira, quanto de disponibilidade de material no mercado, o que pode ser utilizado de forma ótima em termos educacionais da área (VALLIM, 2000; RESNICK et al., 1996).

2 Principais fontes de materiais úteis em montagens de sistemas robóticos

Uma das maiores dificuldades técnicas em montagens de sistemas robóticos, é a aquisição de sensores, peças mecânicas e eletromecânicas como motores e relés. Entretanto, tais materiais podem ser facilmente adquiridos, em especial, a partir de velhas impressoras, copiadoras, scanners, estabilizadores, e aparelhos de som, sucatas de scanners e impressoras, tanto matriciais quanto jato de tinta e a laser.

Como ilustração, as Figuras 1 (a) e (b) mostram, respectivamente, alguns modelos de motores encontrados em impressoras, e um tipo de relé utilizado para travar e destravar mecanismos.

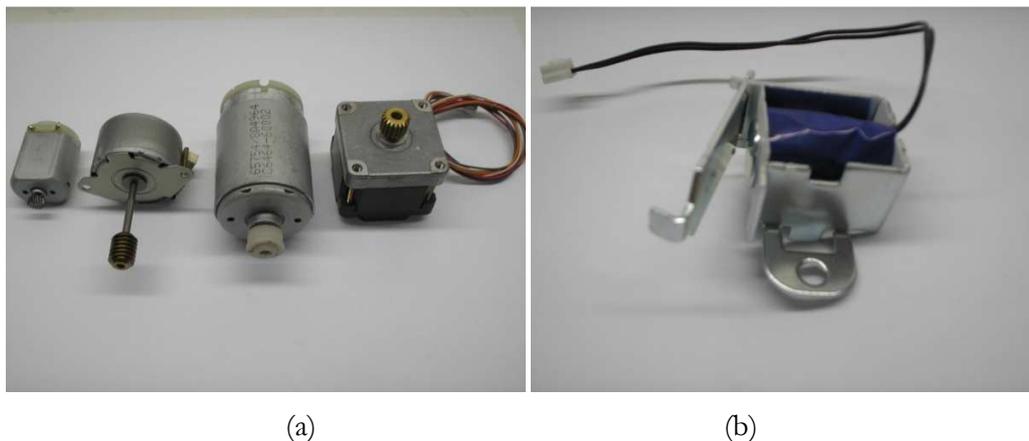


Figura 1. (a) Motores de impressoras, (b) Relé.

Mecanismos à parte, as placas eletrônicas desses equipamentos obsoletos, em especial impressoras matriciais e computadores muito antigos, abrigam circuitos integrados TTL, como buffer, amplificadores operacionais, inversores, portas-lógica, multiplexadores, demultiplexadores, circuitos integrados dedicados ao controle de motores de passo, e uma infinidade de outros componentes que podem ser reutilizados e que, novos, custam caro, como é o caso de certos circuitos integrados dedicados, transformadores rebaixadores de tensão, e os próprios motores de corrente contínua e de passo. Outros dispositivos como transistores e diodos de potência, resistores dependentes de luz (LDR), diodos emissores e receptores de infravermelho, chaves de toque, bornes, e uma variedade de componentes para conexão elétrica também são abundantes em sucata, e podem ser reutilizados.

3 Adaptando peças mecânicas de sucata ao uso em montagens de protótipos robóticos

Na maioria das vezes, as peças mecânicas encontradas em sucata necessitam de alguns ajustes, de modo a adaptá-las às necessidades específicas de cada projeto. No entanto, as possibilidades são ilimitadas e variam de acordo com o material que se tem em mãos, e com a criatividade do projetista. Para ilustrar algumas possibilidades básicas de adaptação, pode-se citar a utilização de mecanismos puxadores de papel, presentes em impressoras jato de tinta da HP® (Figuras 2 (a) e (b)), para a confecção de rodas.

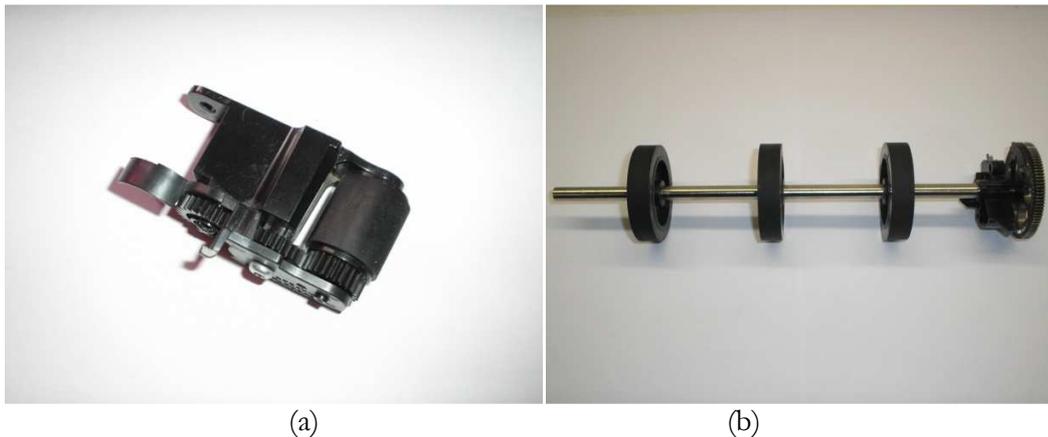


Figura 2: (a) Mecanismo puxador de papel, (b) Outro tipo de puxador de papel.

Neste sentido, as peças plásticas vistas no puxador de papel ilustrado pela Figura 2(b), podem ser utilizadas como rodas em protótipos locomotores, bastando, para tanto, que sejam retiradas do eixo, conforme ilustra a Figura 3. Essas peças são feitas à base de um material polimérico leve, resistente, e são externamente revestidas com borracha, o que as transforma em rodas ideais.

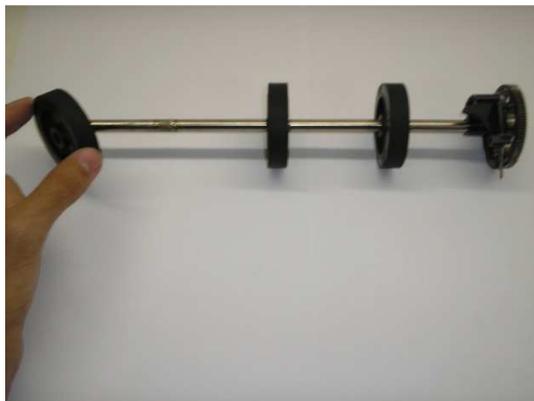


Figura 3: Retirando uma roda.

De acordo com as necessidades e características do projeto, essas rodas podem ser adaptadas a eixos móveis ou fixos, exigindo, neste último caso, a utilização de pequenos rolamentos, como o indicado nas Figuras 4 (a) e (b), o qual possui diâmetro da ordem de 9 mm. Pequenos rolamentos desse tipo, e outros semelhantes, podem ser encontrados em antigos Hard Discs (HD's), e em alguns modelos antigos de impressoras matriciais da EPSON®.

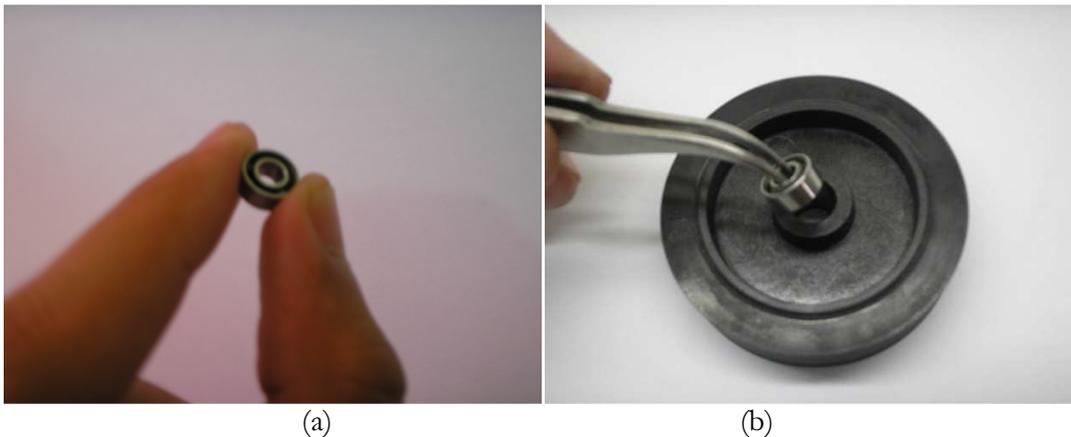


Figura 4: (a) Pequeno rolamento de HD, (b) Adaptação de um rolamento.

Outra possibilidade é a utilização do modelo de puxador de papel ilustrado pela Figura 2 (b). Essa peça pode ser combinada com um pequeno motor, com o objetivo de, por exemplo, impulsionar um pequeno robô, e, para tanto, uma das possíveis maneiras é ilustrada pela Figura 5. Enfim, pode-se observar que há várias possibilidades de adaptação das partes mecânicas encontradas em equipamentos inutilizados, e tudo de modo bastante simples.

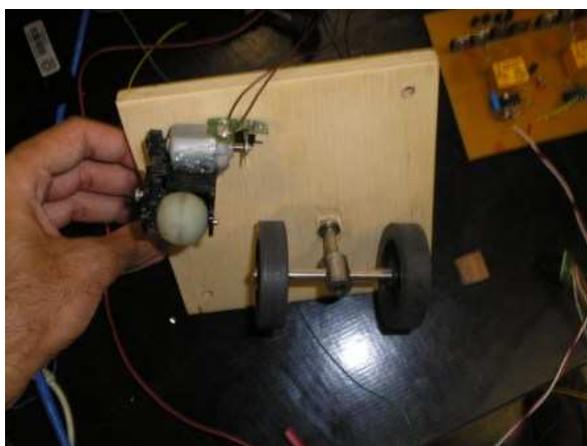


Figura 5: Utilização dos motores para tração de um pequeno robô.

4 Projeto de veículos autônomos inteligentes a partir de materiais alternativos

O estudo e implementação de pequenos veículos autônomos inteligentes (VAI), é, atualmente, um dos focos do Grupo de Pesquisa em Automação e Controle, da Universidade Federal do Vale do

São Francisco – BA, que, de forma multidisciplinar, envolve estudantes e professores da engenharia elétrica, computação, e mecânica.

Em particular, o VAI do qual trata o presente artigo, é, basicamente, um pequeno carrinho capaz de realizar movimentos em forma de cruz (para frente e para trás, tanto na horizontal quanto na vertical), e que se comunica via porta paralela (MESSIAS, 2004) com um computador, onde está o algoritmo de controle e supervisão, sendo capaz tanto de desviar de obstáculos, quanto de mapear ambientes de forma a criar uma rota segura para trânsito próprio ou de outros veículos (LEMOS e TORRES, 2003). A idéia principal do projeto é o estudo de ferramentas de modelagem, tais como a teoria dos autômatos (COSTA, 2005) e, em especial, as redes de Petri (COSTA, 2006; COSTA, 2011). Contudo, a verificação das aplicabilidades dos modelos vem como consequência imediata, requerendo a montagem de tais protótipos que possibilitam verificar, na prática, o comportamento do sistema, bem como suas falhas e potencialidades.

Conforme dito anteriormente, há toda sorte de dificuldades entorno do desenvolvimento de projetos dessa natureza, e, frente a tais dificuldades, a melhor alternativa encontrada foi a reutilização de materiais da sucata.

Em síntese, o desenvolvimento do VAI baseia-se nas seguintes etapas: estruturação do algoritmo de supervisão e controle, projeto da estrutura mecânica, e projeto dos circuitos eletrônicos juntamente com sensores e atuadores.

4.1 Estruturação do algoritmo de supervisão e controle

Uma vez que a parte de hardware deve primar pelo baixo custo, a opção mais conveniente foi o interfaceamento do mesmo, via porta paralela, com um computador pessoal (PC), em lugar de um sistema embarcado que utilizasse um microcontrolador. Então, como em tal caso o quesito memória não é um parâmetro crítico, optou-se por desenvolver e compilar o algoritmo em linguagem C.

4.2 Projeto da estrutura mecânica

A estrutura mecânica do VAI, consta, exclusivamente, de materiais advindos de sucata, em especial de impressoras e copadoras antigas, das quais algumas peças como rodas, engrenagens e eixos, puderam ser adaptadas.

A base da estrutura mecânica, ou *chassi* do VAI, é constituída de uma placa quadrada de madeira leve, com 150 mm de lado, e 60 mm de espessura. A parte da tração fica por conta de um conjunto puxador de papel, adaptado conforme mostra a Figura 5, apresentada na Seção 3, e por um par de rodas de apoio, dotadas de pequenos rolamentos, e montadas sobre um eixo de metal, conforme mostra a Figura 6.

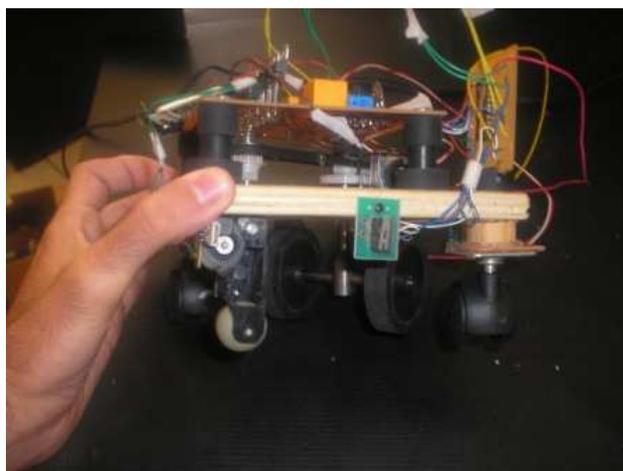


Figura 6: Estrutura do protótipo do robô com tração formalizada por rolamentos e rodas de apoio para movimentação.

Todas essas partes, inclusive os eixos, tiveram de ser submetidos a um processo de usinagem, a fim de deixá-las com os diâmetros e formas adequadas.

4.3 Projeto dos circuitos eletrônicos e adaptação de sensores e atuadores

Os circuitos de controle do VAI são também relativamente simples, e são subdivididos em um setor de potência, responsável pelo acionamento e controle direto dos motores, um circuito PWM, que atua no sentido de controlar a velocidade e torque dos motores, e, finalmente, um circuito de comunicação, que é a interface entre o PC que contém o algoritmo de supervisão e controle, ou seja, contem a parte inteligente do sistema, os mecanismos e os sensores do VAI. Mais simples que todos os demais circuitos, este último nada mais é que um buffer associado com alguns resistores e um soquete DB 25, para a conexão via cabo paralelo com o PC. Os sensores, por sua vez, são pequenas chaves de toque, utilizadas como sensores de tampa aberta e fim de curso em impressoras e copiadoras. Para tais componentes, não se faz necessário a criação de nenhum outro circuito

adicional, bastando conectá-los devidamente às entradas do buffer, para que possam ser lidos pela porta paralela do PC.

Depois de projetados e simulados em software específico, os circuitos foram montados em placas de circuito impresso, e, posteriormente, acondicionados na estrutura do VAI. Toda a estrutura do robô construído está apresentada nas Figuras 7 (a), (b), (c) e (d), em que se podem ver os circuitos de controle e comunicação com o PC.

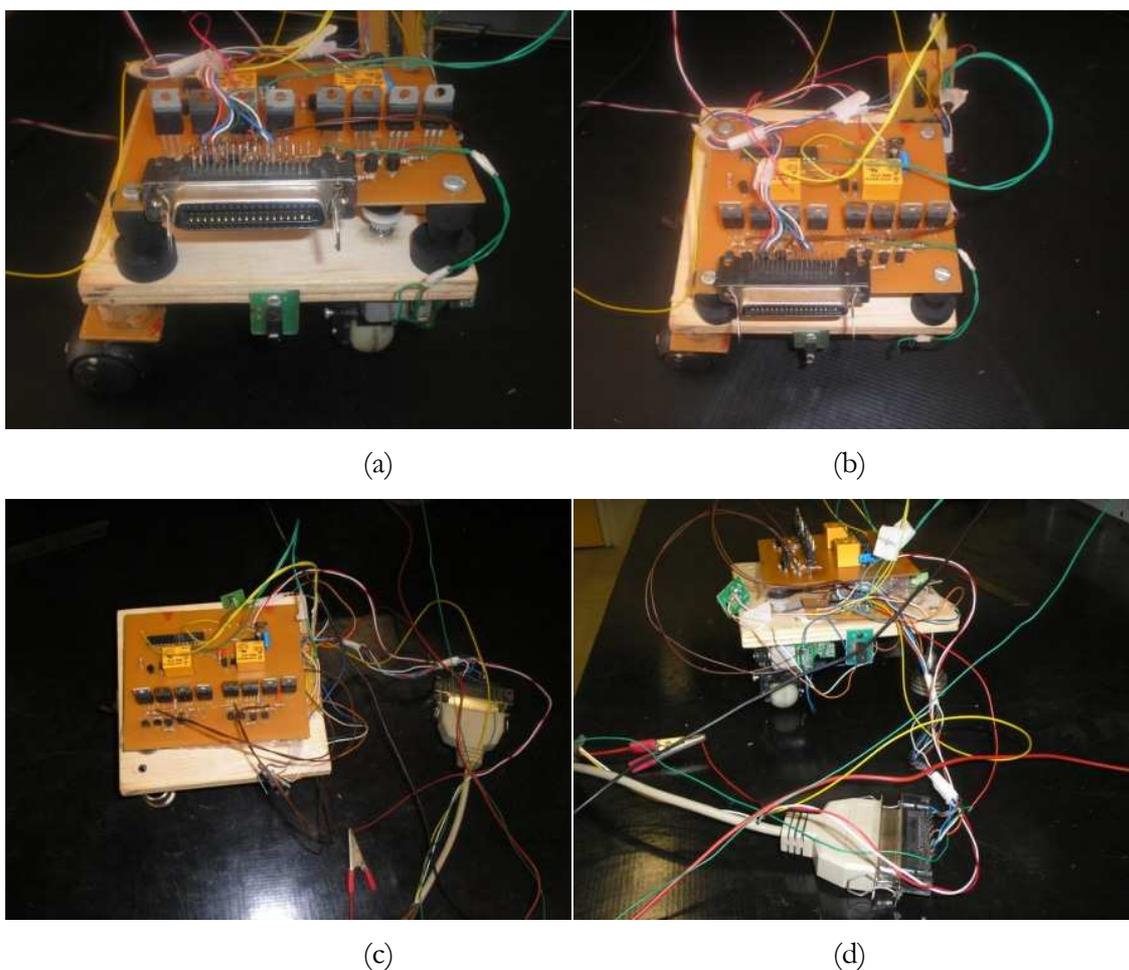


Figura 10: Robô construído com materiais de sucata mostrando circuitos e estrutura mecânica de movimentação.

Todo o controle do robô foi desenvolvido em programação C (COSTA, 2006b), utilizando as estratégias de controle fundamentadas na teoria das redes de Petri (COSTA, 2006; COSTA, 2011) e nos Sistemas a Eventos Discretos (COSTA, 2005).

5 Conclusões

A reciclagem e reaproveitamento do lixo eletrônico fecham um ciclo de fabricação e recuperação beneficiando o equilíbrio do meio ambiente, ao tempo em que diminui a dispersão de materiais nocivos, como o chumbo e o estanho, presentes principalmente nas soldas dos eletrônicos e em baterias. A utilização apresentada aqui na montagem de pequenos robôs com intuito de aprendizagem da área, dá um direcionamento à esse lixo eletrônico, que também pode vir a ser aproveitado como base para novas tecnologias, brinquedos eletrônicos e outras especificidades da área.

Embora o reaproveitamento da sucata eletrônica em montagens de protótipos como o aqui citado não possa, por si só, resolver o crescente problema do lixo eletrônico nem sequer a nível local, pode, porém, ser uma alternativa para estudos científicos, acadêmicos ou não, que demandam a construção de protótipos ou até mesmo ferramentas para testes e simulações, uma vez que as dificuldades tanto financeiras quanto de disponibilidade de materiais no mercado brasileiro é uma realidade latente, e que os materiais encontrados em sucata se mostraram como soluções tecnológicas em potencial.

Como afirmação de tal potencial da sucata tecnológica, podemos citar, além dos bons resultados obtidos na construção do VAI pelo grupo de pesquisa citado nesse artigo, vários projetos de cunho educacional. Estes utilizam os conceitos da robótica e da automação de processos para estimular e complementar o aprendizado de estudantes de diversas faixas etárias, tantos na rede privada quanto na pública do Brasil, conforme observou Filho e Gonçalves (2008):

Atualmente existem diversas formas de utilização dos computadores no processo de ensino e aprendizagem e vários níveis. Nesse contexto, uma tecnologia que também vem sendo muito utilizada é a robótica educacional que por suas características abrange condições didático-pedagógicas interessantes e motivadoras, ou seja, pode criar situações, flexibilizar condições para que ocorra a aprendizagem ativa. O equipamento envolvido na robótica educacional, principalmente pelo manuseio físico, tem despertado a motivação dos aprendizes, fator importante e essencial para o favorecimento da aprendizagem. (FILHO; GONÇALVES, 2008, p.264).

Tais projetos, frente aos problemas financeiros e de disponibilidade de material no mercado, já considerados anteriormente e mencionados por César e Bonilla (2007), e também em Filho e Gonçalves (2008), acabam se apoiando em componentes de sucata, para baratear custos e tornar possíveis muitos projetos envolvendo robótica e automação de processos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIVASF e à FAPESB pelo apoio dado a essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- César, D; bonilla. Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres. **Anais do 27º Congr. Da sbc**, rj, vol. 1, p. 240-247, 2007.
- Costa, E. M. M., **Introdução às Redes de Petri e a Modelagem de Sistemas**, ed. Unibahia, lauro de Freitas, BA, 2006.
- Costa, E. M. M., **Programando em C Simples e Prático**, ed. Alta books, rio de janeiro, rj, 2006b.
- Costa, E. M. M., **Introdução aos Sistemas a Eventos Discretos e à Teoria de Controle Supervisório**, ed. Alta books, rio de janeiro, rj, 2005.
- Filho, D. A. M., e Gonçalves, P. C., **Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras**, Anais do XXVIII Congresso da SBC, Belém do Pará, pp. 264-273, Julho de 2008.
- Lemos e Torres, **Navegação Autônoma de Veículos Terrestres**, tcc, unama, 2003.
- Messias, A. R. de. **Curso de Porta Paralela**, apostila, são paulo, 2004.
- Resnick, M.; Martin, F.; Sargent, R.; Silverman, B., **Programmable Bricks: Toys to Think With**. IBM Systems Journal, vol. 35, no. 3-4, pp. 443-452, 1996.
- Vallim, M. B. R. **Em Direção à Melhoria do Ensino na Área Tecnológica: A Experiência de uma Disciplina de Introdução à Engenharia de Controle e Automação**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.