

Construa seu robô de combate

Mauro Vianna

Já pensou em participar de uma competição de robôs de combate, mas não sabe como começar? Então, aproveite as dicas da equipe RioBotz para começar com o pé direito.

O ser humano é competitivo por natureza. Então é natural que, no processo de criação de robôs, promover competições ajude a estimular a criatividade e engenhosidade dos construtores destas máquinas. As competições de combate expõem as máquinas ao limite, exigindo dos seus construtores perícia e criatividade. Porém, começar neste tipo de competição não é tão difícil quanto parece. Neste artigo, entrevistamos Marco Antonio Meggiolaro, professor do Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-Rio e coordenador da equipe RioBotz, que forneceu informações valiosas para nossos leitores iniciantes.

HISTÓRIA DAS COMPETIÇÕES

As competições de robôs já vêm de longa data. Elas começaram inicialmente nos Estados Unidos como competições locais, utilizando todo tipo de material. Um dos primeiros robôs era um aspirador de pó adaptado! Uma das categorias que se sobressaiu foi o combate de robôs.

Com o tempo a popularidade destas competições aumentou, chegando até à criação de ligas nacionais, como a Liga *Battle Bots*, que

é composta de quatro categorias de pesos, e a liga *Robot Wars*.

Na Inglaterra, já existiu um programa de TV chamado *Robotica*, onde os Robôs se digladiavam para o telespectador.

E NO BRASIL?

No Brasil, surgiu uma competição de combate de robôs em 2001, organizada durante o evento do "Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia de Controle e Automação" (ENECA), realizado anualmente em outubro. Detalhes desta competição podem ser encontrados em www.guerraderobos.com.br.

É importante para o competidor verificar as regras do combate. Neste artigo, descreveremos de forma simplificada as regras utilizadas na competição de 2003.

REGRAS

Cada etapa da competição é composta de três *rounds* de 5 minutos cada. Vários robôs são colocados dentro de uma arena, onde eles se digladiam. Todos os tipos de armas mecânicas são permitidos, exceto projéteis, e é



Equipe RioBotz, campeã da guerra de robôs da ENECA em 2004.

proibido usar armas químicas ou interferir nos sinais de rádio do oponente.

Tecnicamente, nem todas essas máquinas de combate seriam consideradas robôs, pois normalmente não são utilizados sensores. O controle é feito pelo próprio operador, usando o mesmo tipo de controle remoto RF empregado em aeromodelismo. Todavia, isto não afeta o valor da competição, uma vez que a mecânica é uma parte essencial da ciência da Mecatrônica, além do que a eletrônica de alta potência do sistema também oferece desafios.

A construção dos robôs está restrita a determinados parâmetros, como dimensões físicas e peso. Por questão de segurança, determinadas regras são estabelecidas no uso de equipamentos potencialmente perigosos, como combustíveis, sistemas hidráulicos e pneumáticos, etc. Atualmente, a competição tem uma única categoria onde os robôs pesam no máximo 50 kg.

As notas conferidas aos robôs são critérios dos juizes baseados em características como agressividade, agilidade e capacidade de imobilização.

CONSTRUÇÃO

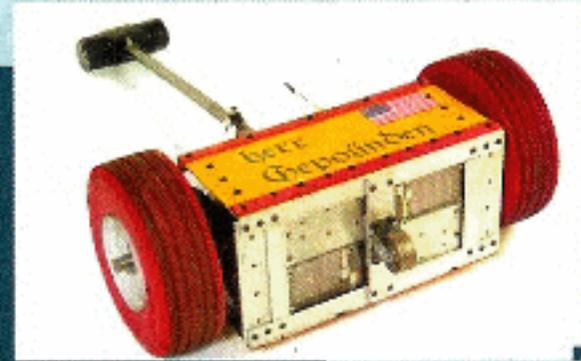
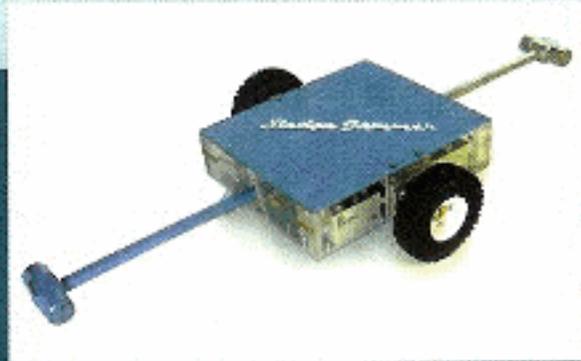
Aqueles que desejarem se aventurar neste tipo de competição devem

GARRAS



MARTELO





BATEDORES

▶ se preparar para ter um investimento inicial. Os robôs de combate custam tipicamente entre R\$ 1000,00 e R\$ 3000,00. Na prática, os robôs da competição têm custado praticamente R\$ 3000,00. Equipes mais avançadas já começam a usar equipamentos de melhor qualidade, o que pode elevar o custo do robô a até R\$ 6000,00.

Uma forma de aliviar o custo do investimento inicial é ter um patrocinador. O uso de material de segunda mão (sucata) também reduz consideravelmente o custo do robô. Com criatividade e trabalho duro é possível fazer um robô de combate a custo baixo.

RECEITA DE BOLO

Como regra geral, o professor Marco sugere os seguintes passos para a construção do robô:

1. Definir o tipo do robô;
2. Batizar o robô;
3. Procurar os componentes disponíveis, adquirir o rádiocontrole;
4. Projetar como será montado o robô, respeitando o limite de peso;
5. Construir, testar e aperfeiçoar o robô.

O batismo é muito importante. Ao decidir o nome, a equipe fica mais integrada e comprometida com o projeto de construção do robô. A identi-

dade vai definir a "personalidade" do robô e da equipe.

LOCOMOÇÃO

Há várias opções para a locomoção. A mais comum é utilizar rodas. Porém lagartas e pernas também podem ser utilizadas, oferecendo uma maior aderência ao solo, ao custo da perda de velocidade nas curvas (para as lagartas) ou diminuição de estabilidade (para as pernas).

TIPO DO ROBÔ

Embora o tipo do robô dependa da criatividade de cada um, com o tempo foram identificadas algumas categorias onde os robôs acabam se encaixando em um ou mais tipos.

Ariete (Ram Bots): Estes robôs usam a força bruta para bater no robô adversário ou empurrá-lo para fora da arena, imobilizando o adversário contra a grade. Armas perfurantes podem ser adicionadas a este tipo de robô para causar danos ao adversário.

Rampa (Wedge Bots): Este tipo de robô utiliza uma rampa inclinada para tentar tirar o adversário do chão e virá-lo ao contrário, inibindo o ataque do adversário e podendo resultar na imobilização do mesmo.

Levadores (Lifters): Estes robôs empregam uma estratégia semelhante

aos de rampa, mas ao invés de uma rampa passiva, eles têm um braço ativo que ergue o adversário, imobilizando-o ou virando-o de cabeça para baixo.

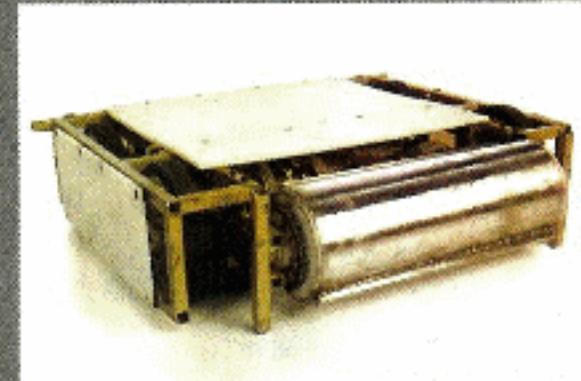
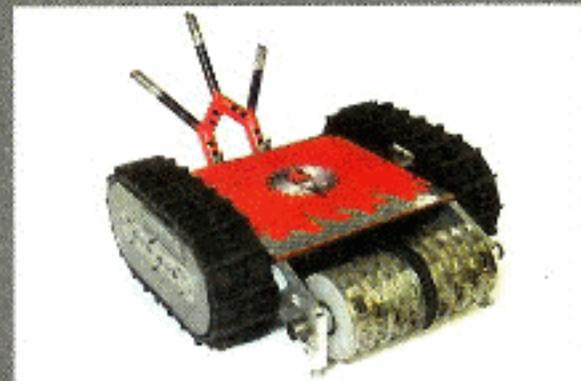
Lançadores (Launchers): Os lançadores se assemelham aos içadores, porém eles são mais agressivos. Os braços são mais potentes e o objetivo não é só erguer o adversário, mas lançá-lo para o ar. Com isso, eles podem causar danos nas quedas dos adversários ou imobilizá-los de cabeça para baixo.

Garras (Clamp Bots): Os robôs com garras são uma variação dos içadores. Ao invés de um braço simples, eles têm um tipo de garra que segura o adversário, mantendo-o seguro ao levá-lo do chão. O objetivo é a imobilização.

Batedores (Thwack Bots): Estes robôs têm um só objetivo: bater incessantemente no adversário. Dependendo da arma, os efeitos podem ser de fortes pancadas, perfurações ou uma combinação destes efeitos. Um tipo é o robô giratório, que gira no próprio eixo com a arma usando o momento angular para o impacto.

Outro tipo seria o robô *Overhead*, que basicamente emprega duas rodas e uma haste com uma arma na ponta que se movimenta por cima no robô quando este "freia". Neste caso, a pancada se baseia na inércia gerada pela velocidade do robô em

TAMBORES





BATEDORES TIPO "OVERHEAD"

combinação com o peso da arma. O robô Lacraia da RioBotz é um *Overhead Thwack Bot*.

Serra: O nome diz tudo. Este tipo de robô é bem agressivo. O objetivo é serrar o adversário, causando danos. Em geral as serras são montadas na vertical. Algumas serras costumam ter uma protuberância metálica para causar também um efeito de impacto, além de serrar.

Tambor: Os robôs do tipo tambor são semelhantes ao de serra, mas ao contrário de serras, eles usam um tambor giratório que gera impactos continuamente no adversário. Ele se baseia em máquinas utilizadas em mineração.

Esmagadores: Os robôs esmagadores são semelhantes aos de garras. Mas as garras, neste caso, têm um objetivo mais agressivo: Esmagar o adversário! Em geral são montadas na horizontal e têm bem mais força, visando danificar o adversário. As garras normalmente são pontiagudas, visando a perfuração.

Há ainda outros tipos de robôs, entretanto, não existe um modelo ideal. Para cada tipo de robô, existe outro que pode levar vantagem contra ele. Alguns robôs combinam mais de uma característica. O importante é definir como você quer que seu robô se comporte.

Conhecer os adversários pode ser importante. Embora os robôs em

desenvolvimento sejam praticamente um segredo de estado, é possível ter uma noção do que encontrar através dos robôs que competiram no ano passado. Tivemos um artigo sobre o evento nesta revista na **edição nº 14**. Mais informações podem ser obtidas em www.guerraderobos.com.br e em outros sites na internet.

Lembre-se que existem restrições de peso. Além disso, quanto mais simples for o robô, menos coisas ele tem para quebrar!

BATERIAS

A maior parte dos robôs é movida por motores elétricos, devido à simplicidade e baixo custo. Para estes robôs, a seleção das baterias é um fator crítico.

A maior restrição na construção dos robôs é o peso. E as baterias são dos componentes mais pesados. O ponto chave é escolher a bateria que tenha a capacidade de durar um round de combate. Menos do que isso, o seu robô pára durante a luta. Mais do que isso, você estará desperdiçando peso.

Na escolha da bateria, alguns critérios devem ser levados em consideração. Não existe uma solução ideal, pois as características variam. Alguns pontos importantes a verificar:

- **Pico de corrente:** não é agra-

dável você sentir que no meio de combate seu robô não tem a força necessária. O pico de corrente da bateria é um dos fatores que limitará a força do seu robô no combate. As baterias de chumbo são melhores neste aspecto.

- **Capacidade de corrente e eficiência:** Se o pico é a força, a capacidade é o fôlego. Toda bateria tem como especificação sua capacidade nominal especificada em ampère-hora. Porém como normalmente usamos altas correntes, a eficiência das baterias varia consideravelmente devido à dissipação de calor. As baterias de chumbo e gel são as melhores em capacidade, mas na presença de muitos picos de corrente elas perdem muito em eficiência. Já as baterias de NiCd e NiMH têm eficiência muito superior.

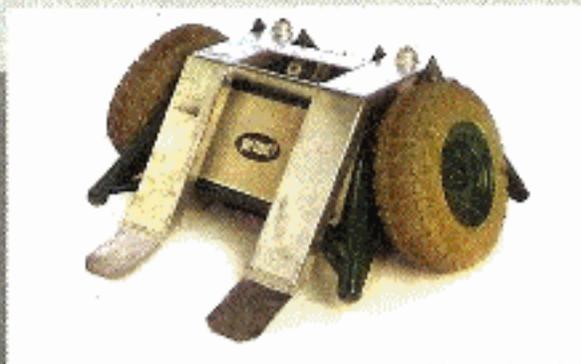
- **Peso:** Quanto mais leve, mais peso fica disponível para outros recursos, inclusive mais baterias, se necessário. As baterias de NiCd e NiMH são as mais leves.

- **Custo:** Como regra geral, quanto melhor, mais caro é. Contudo para começar, usar baterias de carro ou moto (chumbo ou gel) é uma boa opção.

A **tabela 1** resume as características para diversos tipos de baterias. Os valores são referências típicas para

RAMPA





IÇADORES

T1

Características para diversos tipos de baterias.

Tipo	Peso	Pico corrente	Capacidade	Eficiência
Ácido - chumbo (12 V)	8 Kg	100 - 300 A	17 Ah	30% - 40%
Gel (motos) (12 V)	8 Kg	100 - 300 A	17 Ah	30% - 40%
Ni Cd (24 V)	2 Kg	100 A	3 Ah	90%
NIMH (24)	2 Kg	~ 50 A	~ 5 Ah	90%

▶ efeito de comparação. Como existem vários modelos de baterias, grandes variações podem ser encontradas.

MOTORES E ETC.

Os motores são os músculos do seu robô. O uso de motores adequados é importante. Tipicamente, os robôs têm utilizado motores elétricos automotivos, como os empregados em ventoinha de carros. Os mais comuns têm sido os motores Bosch dos tipo GPA e GPB. O GPB é o mais comum. Ele custa menos de R\$ 100,00 e trabalha com 12 V. O GPA trabalha com 24 V, oferece mais potência porém, além de custar mais caro (R\$ 500,00), tem o dobro do comprimento, o que pode dificultar não só as restrições de peso, como a montagem física. Estes motores têm uma eficiência máxima em torno de 75% de conversão de energia (elétrica => mecânica).

Para acionar os motores são necessários alguns cuidados. Os fios utilizados devem suportar alta ampe-

ragem. Um motor GPA pode consumir mais de 100 A no pico. Devido à potência e ao estresse gerado pelo combate, é comum utilizar eixos de aço, pois eles são mais resistentes ao empenamento. Apesar de mais pesados do que outros materiais como alumínio, os aços em geral possuem excelente resistência. O acoplamento dos motores ao eixo normalmente utiliza uma caixa de redução. É importante também o uso de acoplamentos elásticos, que absorvem vibrações e impactos e reduzem o estresse nos eixos, motores e caixa de redução.

ELETRÔNICA DE CONTROLE

O acionamento destes motores pode ser feito com relés ou transistores FET de potência. Devido às altas correntes, é fundamental a construção de placas de controle de potência que substituem os controles dos servos usados nos aeromodelos.

Um cuidado que deve ser tomado

é com relação a ruídos. Não só as interferências eletromagnéticas do ambiente externo, mas também as geradas internamente ao robô, podem prejudicar a recepção do sinal de radiocontrole. Tipicamente isto não é um problema muito grave, mas deve ser levado em consideração na montagem física.

É essencial separar a alimentação para a eletrônica de controle da alimentação de acionamento dos motores, para evitar ruídos. Capacitores montados nas carcaças dos motores também ajudam muito na redução dos ruídos eletromagnéticos.

O controle dos motores pode ser feito de duas formas. O controle Bang-Bang é basicamente um liga-desliga. É o mais simples de implementar, porém não permite controle preciso, além de gerar maior estresse mecânico. O controle proporcional pode ser implementado com controle PWM (*Pulse Width Modulation*), permitindo controle de velocidade mais preciso. Este tipo de controle pode ser necessário, dependendo do tipo de arma utilizada.

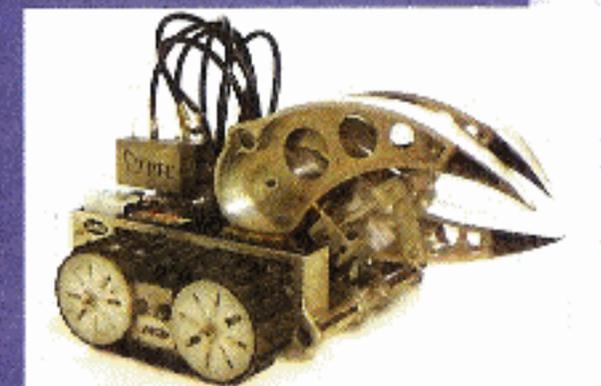
ESTRUTURA E ARMADURA

A estrutura do robô é o equivalente do esqueleto. Ela deve ser forte e leve, ao mesmo tempo. Para construir a estrutura são usados vigas, perfis

ARÍETE

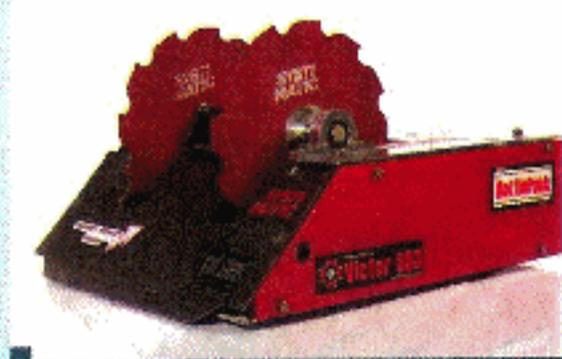


ESMAGADORES





LANÇADORES



SERRA



e placas de metal. O mais comum é o uso de alumínio, por ser leve. Existem três tipos de alumínio. O mais usual, o alumínio arquitetônico usado em esquadrias, é o de mais baixa resistência, porém é o mais fácil de ser obtido. Em segundo lugar, existem alumínios estruturais como os usados em bicicletas. São um pouco mais caros, mas oferecem maior resistência. Por último, existem os alumínios aeronáuticos, utilizados em aviões. São bem mais caros, mas oferecem a melhor relação peso-resistência.

Nas placas, é comum cortar buracos nas mesmas para reduzir peso. Uma placa com um buraco é bem mais leve que uma inteira e tem praticamente a mesma resistência, desde que os buracos sejam cortados nas regiões menos forçadas. O mesmo vale para vigas e perfis, que podem ser ocas, como nas bicicletas.

Ou seja, fazendo um "regime" no seu robô, você pode economizar peso valioso para usar em músculos (baterias e motores).

Dois fatores são importantes na escolha do material: resistência e rigidez. Alta resistência garante que a estrutura não quebrará, mas alta rigidez também é importante principalmente em placas, evitando deflexões excessivas do robô. Aços possuem as mais altas resistências e rigidez, porém eles devem ser evitados nas estruturas, pois o ganho de peso

em geral não compensa. A **tabela 2** resume as características dos materiais para cada tipo de uso, levando em conta a otimização do peso total das estruturas dos robôs.

A armadura é a pele do robô. Como estamos falando de robôs de combate, é importante uma boa armadura, pois a única certeza é que haverá ataques brutais. A armadura pode ser feita com placas metálicas. O material a ser utilizado, assim como a sua espessura vai depender principalmente de quanto peso você ainda pode adicionar ao robô. Um material muito usado atualmente nas armaduras é o policarbonato, um plástico leve e com alta resistência a impactos - ele é colocado em vidros à prova de bala!

PROJETO

Para aqueles adeptos do uso de CAD, existem algumas opções. O AutoCAD é bastante conhecido no mercado. Algumas outras opções seriam o Solid Works e o Rhino 3D.

Para quem gosta de "botar a mão na massa", protótipos em papelão ou outros materiais também são opções baratas e interessantes.

CONCLUSÃO

As competições de robôs têm sido cada vez mais populares e são excelen-

tes eventos para troca de informações entre estudantes e pesquisadores. O ambiente de competições de combate proporciona uma maneira divertida de colocar na prática toda a teoria dos alunos na confecção de máquinas para uso pesado. O desenvolvimento deste tipo de tecnologia é importante, pois o ambiente é semelhante ao encontrado no mundo real com máquinas pesadas, como escavadoras, tratores, guindastes, etc.

Máquinas menores, usando as mesmas tecnologias, podem ser utilizadas para exploração de locais inacessíveis ou perigosos para o ser humano, como dutos de água e esgoto, oleodutos, cavernas e escombros. **F**

T2

Características dos materiais.

Uso	Aço	Alumínio	Titânio
Barras sob Tração	Melhor Rigidez Média Resistência	Melhor Rigidez Pior Resistência	Pior Rigidez Melhor Resistência
Vigas sob Flexão	Pior Rigidez Pior Resistência	Melhor Rigidez Média Resistência	Média Rigidez Melhor Resistência
Placas sob Flexão	Pior Rigidez Pior Resistência	Melhor Rigidez Melhor Resistência	Média Rigidez Média Resistência

**Fonte de informação
e referência
definitiva para
as empresas e
profissionais**

**PC
& CIA**

Mensalmente nas bancas
www.revistapcecia.com.br

- » Como utilizar matrizes de contatos
- » Sensor de proximidade infravermelho com PIC12F675

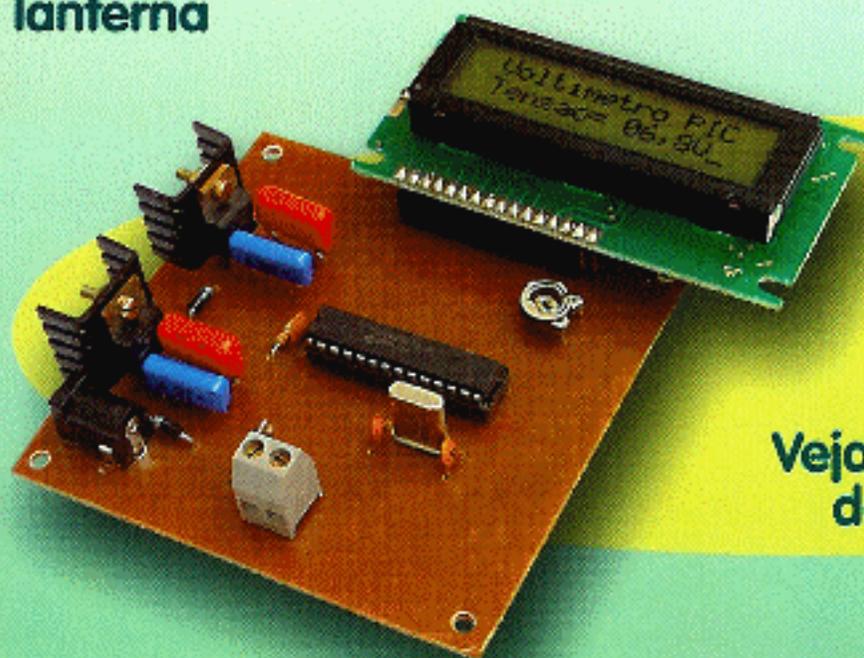
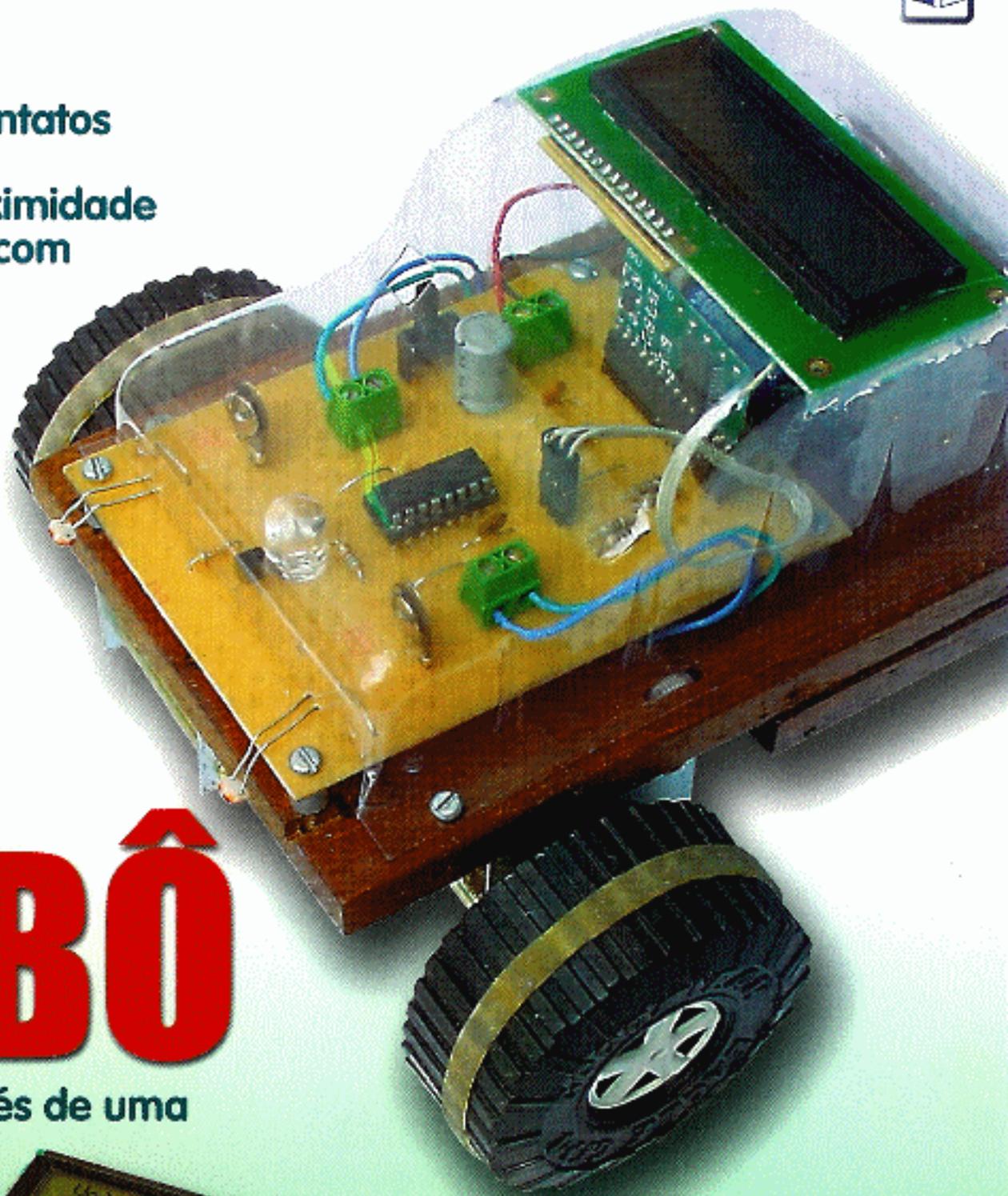


- » Robôs de combate

Construa um

ROBÔ

controlado através de uma lanterna



Voltímetro com PIC

Veja como utilizar o canal analógico do microcontrolador PIC16F876

Fonte para bancada

Aprenda a construir uma fonte que pode ser utilizada nos mais variados projetos

