

Robótica

J. A. M. Felipe de Souza

8. - Robôs antropomórficos

Robôs animais de estimação.

Robôs animais em exibição.

Robôs répteis e robôs hiper-redundantes.

Robôs animais pré-históricos.

Robôs quadrúpedes.

Robôs que rastejam.

Robôs que nadam e mergulham.

Robôs aranhas e caranguejos.

Robôs insectos.

Robôs que voam.

Robôs antropomórficos e Inteligência Artificial.



Um *robô* antropomórfico, *Aibo*, o **cãozito** robótico da Sony.

Robôs antropomórficos.

Conforme já vimos, *robôs* que imitam seres vivos, mesmo que irreais, são chamados de

“*robôs antropomórficos*”.



No capítulo anterior vimos vários tipos de *robôs humanóides*. Mas existem muitos *robôs* que imitam os movimentos de outros seres da natureza, não apenas os humanos.



Portanto, nesta sessão vamos nos concentrar nos *robôs antropomórficos* que **não** são *humanóides*.

Uma característica dos “*robôs antropomórficos*” é a maneira de se deslocarem.



Animais em geral têm patas para se deslocarem, ou então rastejam (alguns **répteis**; como as **cobras** por exemplo), ou então nadam (como os **peixes**) ou então voam (os **pássaros** ou alguns **insectos**, como **mosquitos** e **abelhas**, por exemplo).



Portanto, estes **robôs** que imitam **animais**, em geral, ou vão ter patas, ou vão rastejar, ou vão nadar ou vão voar.

Ou seja, esses **robôs** não têm a limitação que outros **robôs móveis** que deslizam sob rodas, como os **AGV's**, e que só podem andar em superfícies planas.

Robôs animais de estimação.

No capítulo anterior vimos *robôs humanóides inteligentes e sociáveis*.

Um exemplo de *robô antropomórfico* nesta categoria de *robôs inteligentes e sociáveis* são os **cãezitos “Aibo”** que são comercializados pela Sony para serem nosso animal de estimação.

Aibo tem esse nome para sugerir que ele é um *robô* com *inteligência artificial* (**AIBO** = “Artificial Intelligence ro**BO**t”).



Fig. 1 - *Aibo*, o **cãozito robô** comercializado pela Sony, desenvolvido para entreter e fazer companhia (modelos da primeira geração do *Aibo*).

Estes **cães robóticos**, criados no final da década de 90 já vão na segunda geração e têm grande habilidade de expressar emoções como *alegria* e *tristeza* e com isso proporcionam grande interação com as pessoas.



Fig. 2 - *Aibo* da Sony, um *robô* desenvolvido para serem **cãezitos** de estimação (modelos da segunda geração do *Aibo*).



Fig. 3 - *Aibo* da Sony, um *robô* desenvolvido para serem *cãezitos* de estimação (modelos da segunda geração do *Aibo*).

Eles são *robôs* que reagem a estímulos externos e fazem o seu próprio julgamento. Eles podem ouvir, ver, sentir e caminhar.

Eles são capazes de *mexer ambas orelhas* e de reagirem quando lhes é tocado na sua *cabeça*, no seu *queixo* ou nas suas *costas*, pois têm sensores nestes locais.



Fig. 4 - O *cãozito robótico Aibo* da Sony pode assumir diversas posições diferentes.



Fig. 5 - O *cãozito robótico Aibo* da Sony reconhece a voz e a fisionomia do seu dono e obedece a comandos de voz do mesmo.

Através de sensores acústicos e um sistema de reconhecimento de voz e imagem, eles são capazes de aprender o próprio nome a que forem batizados e a reconhecerem a voz e a fisionomia do seu dono.

Esses *robôs* também são capazes de aprender e de desenvolver uma personalidade própria segundo os estímulos que recebe de seu dono e de pessoas com quem interage.

Mas a Sony não é a única a fazer **cães** para serem nosso animal de estimação. A empresa WowWee, por exemplo, também comercializa um **cão** robótico ao qual chama de *Robopet*.



Fig. 6 - O **cão** robótico *Robopet* da WowWee.

Ainda na classe de *robôs antropomórficos inteligentes e sociáveis* como o *Aibo* acima temos a **foca** "*Paro*" criada pelo Tokyo Institute of Technology (*Instituto de Tecnologia de Tóquio*) do Japão para fins terapêuticos.



Fig. 7 - A **foca** *Paro*, outro animal doméstico artificial.

Paro portanto é também um **animal doméstico artificial** e, assim como os **robôs** brinquedos bebê *iFBot* e *Yumel*, tem sido usado como um meio de terapia social em lares de idosos japoneses.



Fig. 8 - A foca *Paro* em lares de idosos no Japão (à esquerda) e com uma criança doente no hospital (à direita).

Muitos idosos, mesmo residindo em lares, se remetem ao isolamento. Os **animais de estimação** como **cães**, **gatos**, **pássaros** trazem benefícios psicológicos e sociais mas podem trazer problemas de alergias ou até mesmo doenças.

Os **animais domésticos artificiais** não têm esses inconvenientes e mesmo assim apresentam comportamentos semelhantes aos animais reais.

Paro tem um conjunto de **actuadores** para mover os olhos, o pescoço e as barbatanas dianteiras e traseiras.

Paro tem também **sensores de tacto** e de som para poder responder a estímulos.



Fig. 9 - O **robô foca** *Paro* responde a estímulos.

Ele apresenta comportamentos diversos:

- *piscar os olhos;*
- *abandar as barbatanas;*
- *abandar a cabeça;*
- *emitir sons;*
- *virar a cabeça na direcção de um som.*

Eles são capazes de aprenderem com o seu dono.

Ou seja, existe uma tecnologia complexa, de *Inteligência Artificial*, para este *robô foca* interagir e ter um convívio com o seu dono.

Outro *robô antropomórfico animal de estimação* foi o *Teddy*, o robô *urso de pelúcia* pela Microsoft para o filme “*A.I.*” (*Artificial Intelligence*) produzido por Steven Spielberg em 2001.

Teddy era de facto um *robô*, entretanto, na realidade ele não fazia tudo que fazia no filme.

No filme *Teddy* falava, sentava à mesa com o rapaz e até tinha ciúme de um outro brinquedo do rapaz.



Fig. 10 - *Teddy*, o robô *urso de pelúcia* do filme “*A.I.*” (*Artificial Intelligence*) produzido por Steven Spielberg em 2001.



Fig. 11 - *Teddy*, o robô **urso de pelúcia** do filme “A.I.” (*Artificial Intelligence*) produzido por Steven Spielberg em 2001.

Note também que *Furby* e o **gato Necoro**, que já vimos no capítulo 4, também são exemplos de *robôs antropomórficos inteligentes e sociáveis*.



Fig. 12 - *Furby*, um outro exemplo de *robôs antropomórficos inteligentes e sociáveis*.



Fig. 13 - O **gato Necoro**, outro exemplo de *robôs antropomórficos inteligentes e sociáveis*.

Robôs animais em exibição.

A empresa *Silicon Graphics Inc* (SGI) faz exposições itinerantes de um Zoológico de robôs (*Robot Zoo*).

Este *Robô Zoo* já esteve em várias cidades dos Estados Unidos mostrando às crianças espécimes da vida natural na forma de *robôs*.

Logo na entrada se vê uma *robô girafa* com um pescoço de quase três metros de comprimento.

Há alguns *robôs-insectos* como por exemplo um *robô gafanhoto* gigante de 2,88 metros que salta como os gafanhotos reais e também uma *robô mosca doméstica* aumentada que se move.

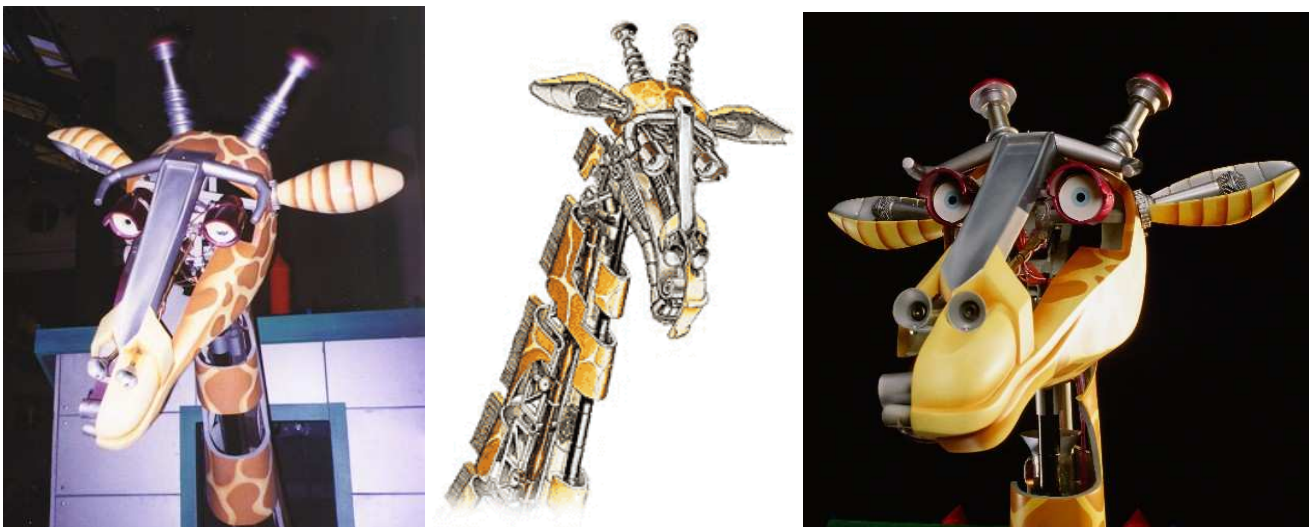


Fig. 14 - A *robô girafa* do *Zoológico de robôs* da *Silicon Graphics Inc*.

Desta forma os visitantes do museu podem os detalhes e os movimentos destes seres minúsculos com mais facilidade.



Fig. 15 - *Zoológico de robôs* da *Silicon Graphics Inc*, a *robô girafa* na entrada e o *robô gafanhoto* gigante que salta.



Fig. 16 - *Zoológico de robôs* da *Silicon Graphics Inc*, a *robô mosca caseira* (à esquerda) aumentada e um *robô rinoceronte* (à direita) em tamanho real.

No Museu de Ciências Naturais de Mississippi nos Estados Unidos também se encontram alguns *robôs-insectos* ampliados.



Fig. 17 - *Museu de Ciências Naturais* de Mississippi nos Estados Unidos. Uma *robô formiga* (à esquerda) e um *robô morcego* (à direita).

O MIT (Massachusetts Institute of Technology) também tem em exibição num aquário um *robô* que foi desenvolvido para imitar formas primitivas de vida no mar. Ele imita *anêmonas do mar* e chama-se *Public Anemone*.



Fig. 18 - *Anêmonas do mar* reais.

Desta forma os investigadores podem observar a interacção deste *robô* com as pessoas. Como as pessoas reagem com algo que parece ser *orgânico* mas na verdade é *mecânico*.



Fig. 19 - *Public Anemone*, o *robô* do MIT, um meio-termo entre uma **planta** e um **animal** primitivo que vive no mar.

O *Public Anemone* é um *robô* que opera num ambiente marinho, numa piscina com rochas e água esverdeada onde tudo é controlado por computador.

Ele reage à luz e também se lhe é tocado, como se fosse uma **anémone do mar** real.

Portanto o *Public Anemone* não é um *robô* metálico, duro e cheio de partes mecânicas. Ele é *orgânico*, *maleável* e que se move naturalmente.

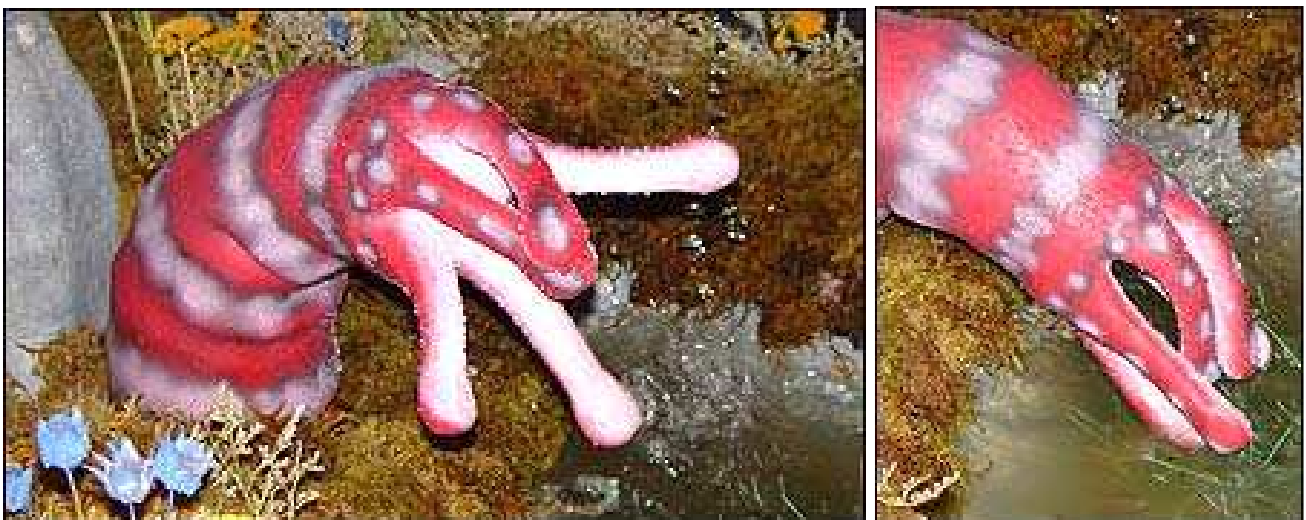


Fig. 20 - *Public Anemone*, um *robô orgânico* que opera em ambiente aquático e imita um **animal** ou **planta marinha** primitiva.

A ideia foi inspirada nas formas mais primitivas de **vida**, no mar. Ele se parece com um meio-termo entre uma **planta** e um **animal**.



Fig. 21 - *Public Anemone*, um **robô orgânico** que opera em ambiente aquático e imita um **animal** ou **planta marinha** primitiva.

O *Public Anemone* é um **robô** cujo corpo tem uma forma de espinha dorsal, move-se em graciosos movimentos serpenteares e é coberto com uma pele de silicone que o dá uma textura macia.

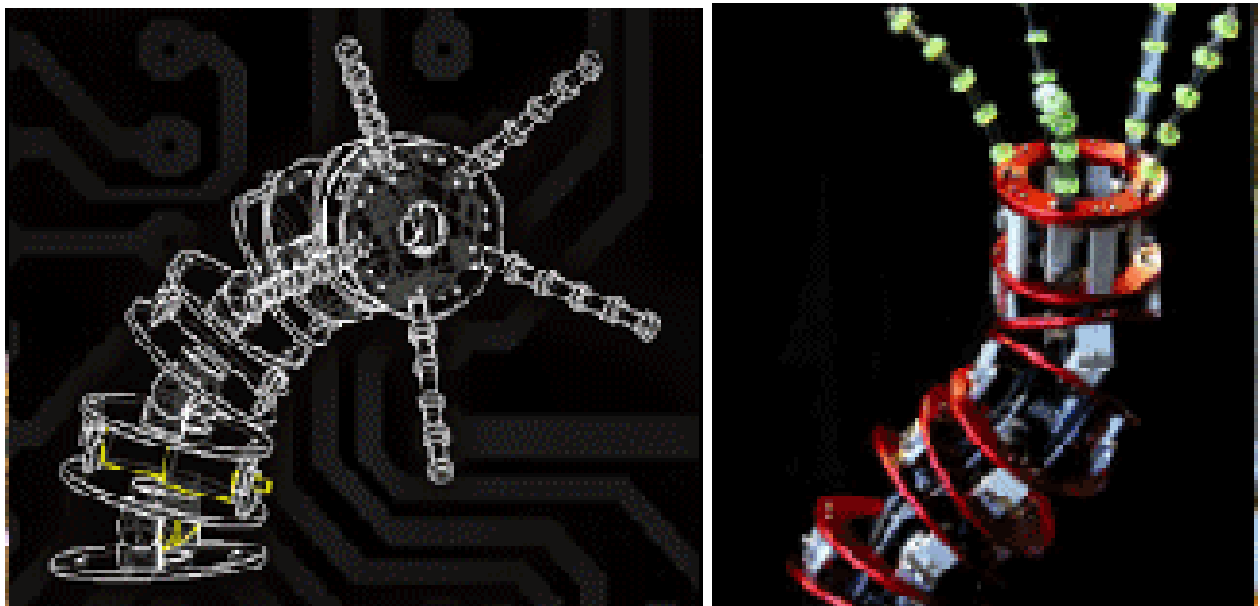


Fig. 22 - O corpo da *Public Anemone* tem uma forma de espinha dorsal.

Talvez um pequeno passo na direção de se construir um **robô** andróides um dia.

Em volta tem fios de fibra óptica que supostamente representam **vermes nematódeos** que se recolhem caso sejam tocados.

Robôs répteis e robôs hiperredundantes.

Há vários grupos de investigação em **robótica** que desenvolvem **robôs cobras** (“*snake robots*”).

A forma de se locomover de uma **cobra**, rastejando e contornando os obstáculos (*muitas vezes passando por cima dos mesmos*), é completamente diferente de qualquer **robô** seja **bípede** ou **com rolamentos**.



Fig. 23 - **Robô cobra** (“*snake robots*”) do Politécnico de Nanyang em Singapura.

A NASA também desenvolveu o seu **robô cobra** (“*snake robot*”) pensando em um **robô** para se deslocar em outros planetas, de paisagem naturalmente desérticas, que é o ambiente onde estes **répteis** normalmente vivem.

O **robô cobra** da NASA é capaz de cavar areia ou terra macia, pode contornar obstáculos e pode também levar uma câmera em um dos extremos.

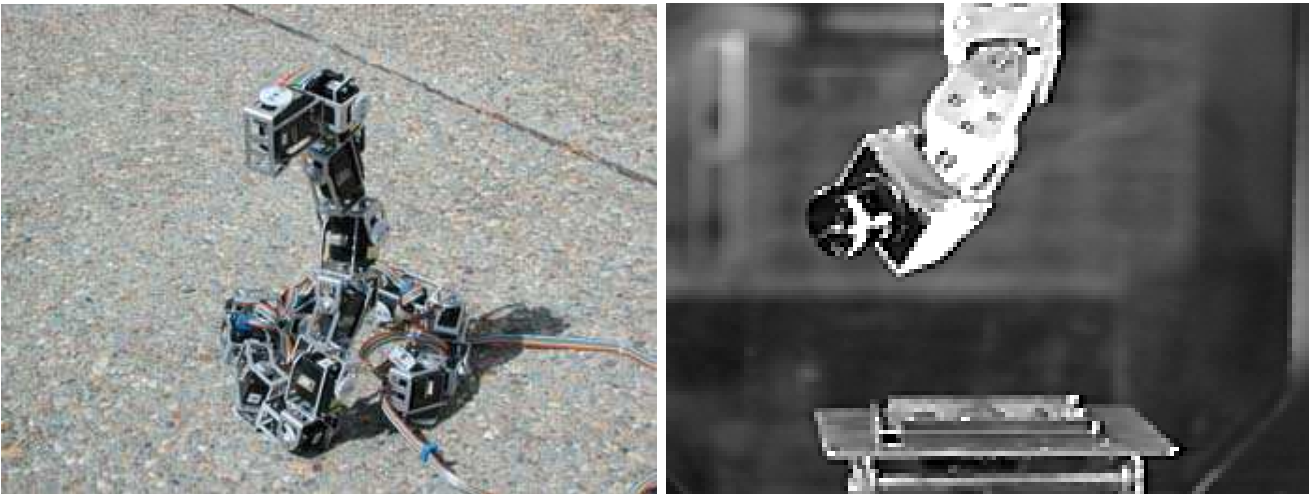


Fig. 24 - **Robô cobra** (“*snake robots*”) da NASA.

Numa Universidade na Noruega eles também desenvolvem um **robô cobra** (“*snake robot*”) que imita uma **Anaconda**.

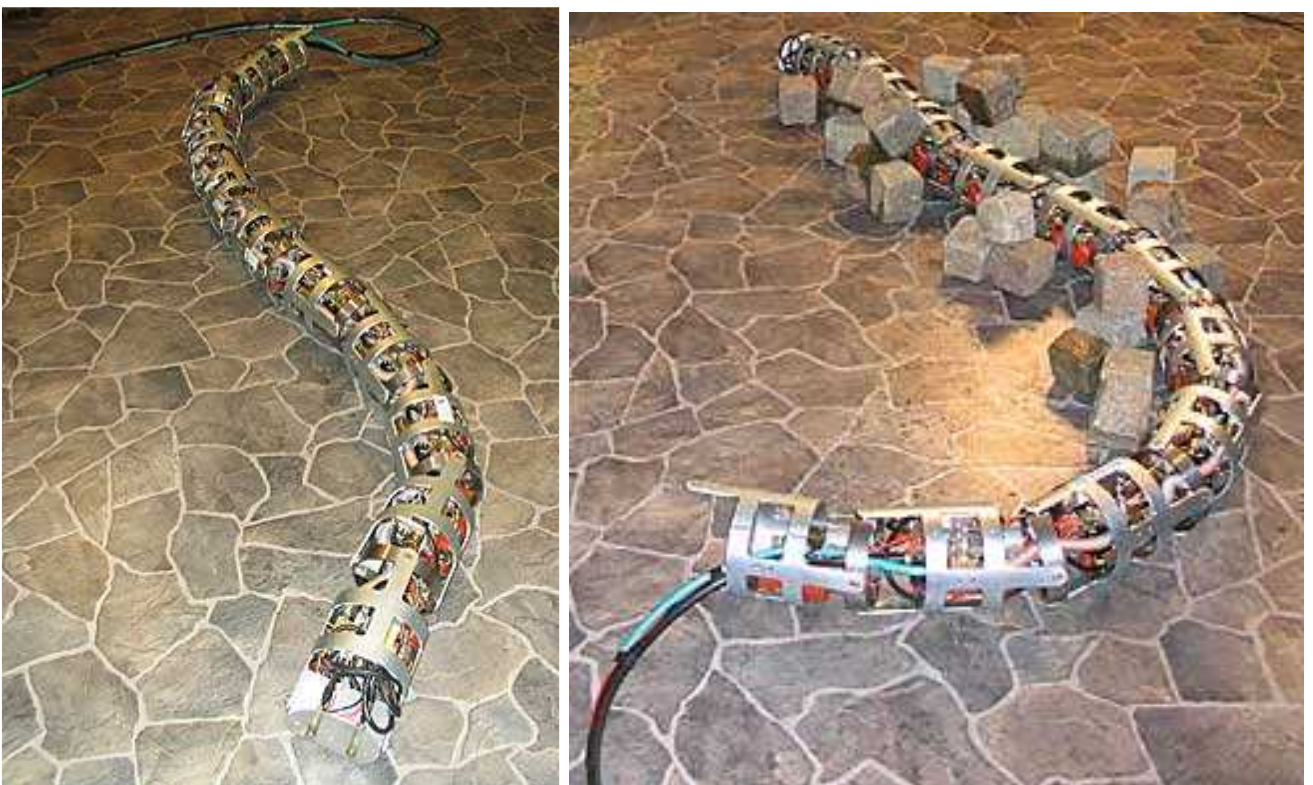


Fig. 25 - **Robô cobra Anaconda** (“*High-tech Anakonda*”) desenvolvido na Noruega.



Fig. 26 - *Robô cobra Anaconda* (“*High-tech Anakonda*”) desenvolvido na Noruega.

Por outro lado a Universidade de Michigan desenvolve um *robô cobra* (“*snake robot*”) chamado *OmniTread*, que significa *robô* com contas, como num colar ou num terço / rosário.

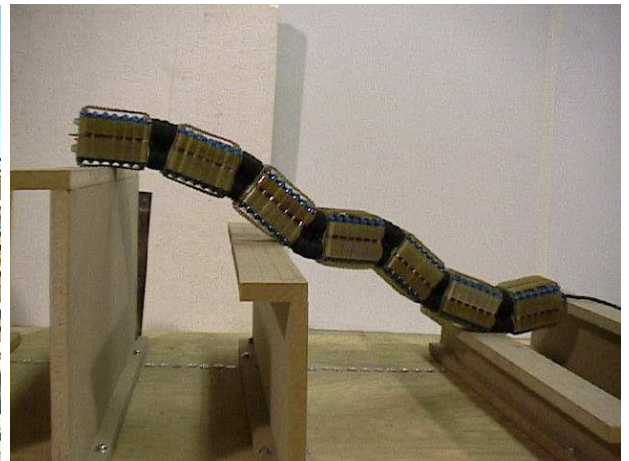


Fig. 27 - *OmniTread*, o *robô cobra* (“*snake robots*”) da Universidade de Michigan.



Fig. 28 - *OmniTread*, o *robô cobra* (“*snake robots*”) da Universidade de Michigan.



Fig. 29 - **OmniTread**, o *robô cobra* (“*snake robots*”) que parece ser composto por contas como num colar ou por vagões como num comboio.

Este *robô OmniTread* é controlado por uma joystick que se liga por cabo a um cordão umbilical que também serve para levar a energia eléctrica. Uma versão autónoma está em progresso ainda.



Fig. 30 - **OmniTread**, o *robô cobra* (“*snake robots*”) ultrapassando os carris de um comboio.

O *robô OmniTread* se impulsiona e se vira através de câmaras-de-ar flexíveis, uma espécie de pistões como que se estivessem ligando os vagões de um comboio, ou as contas de um terço.

Ele é modular, ou seja, é possível aumentar ou diminuir o número de elementos (os vagões) que o compõem, tem uma enorme flexibilidade, pode ultrapassar obstáculos, subir escadas, etc.

Cobras também se enrolam em torno de si mesmas. Alguns “*snake robots*” (*robôs cobras*) fazem o mesmo. Eles caem na classe de *robôs* chamados “*hiper-redundantes*” (*Hyperredundant robots*).

Robôs hiper-redundantes têm uma flexibilidade fora do comum. Na Universidade de Johns Hopkins (*Johns Hopkins University*) em Baltimore nos Estados Unidos, há um projecto de um *robô hiper-redundante* que imita a *tromba* de um **elefante**.

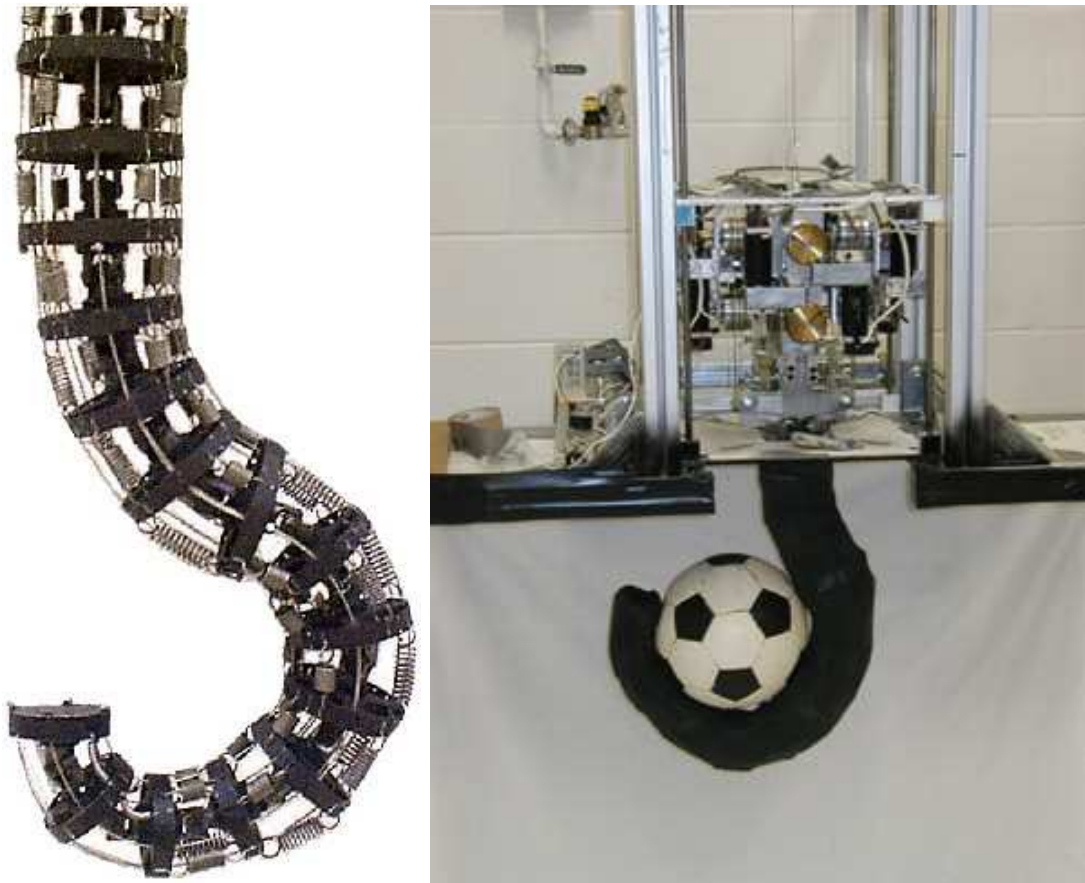


Fig. 31 - *Robô* que imita a *tromba* de um **elefante** da Universidade de Johns Hopkins, um exemplo de um *robô hiper-redundante*.

Obviamente o **elefante** não é um réptil mas a sua tromba se comporta como uma **cobra** e portanto tratamos aqui nesta secção de *robôs hiper-redundantes*.

Este *robô tromba de elefante* é capaz de manipular um objecto, como uma bola, com grande habilidade, jogá-la para o alto e até mesmo fazê-la girar.

A ideia é que no futuro estes *robôs hiper-redundantes* venham a substituir os *braços manipuladores robóticos* dando-lhes mais flexibilidade, destreza, e a conformidade inerente, que os permite interagir com o ambiente mais suavemente.

No entanto, o projecto destes *robôs* apresenta dificuldades enormes pois eles têm muitas juntas, um problema difícil para técnicas robóticas tradicionais.

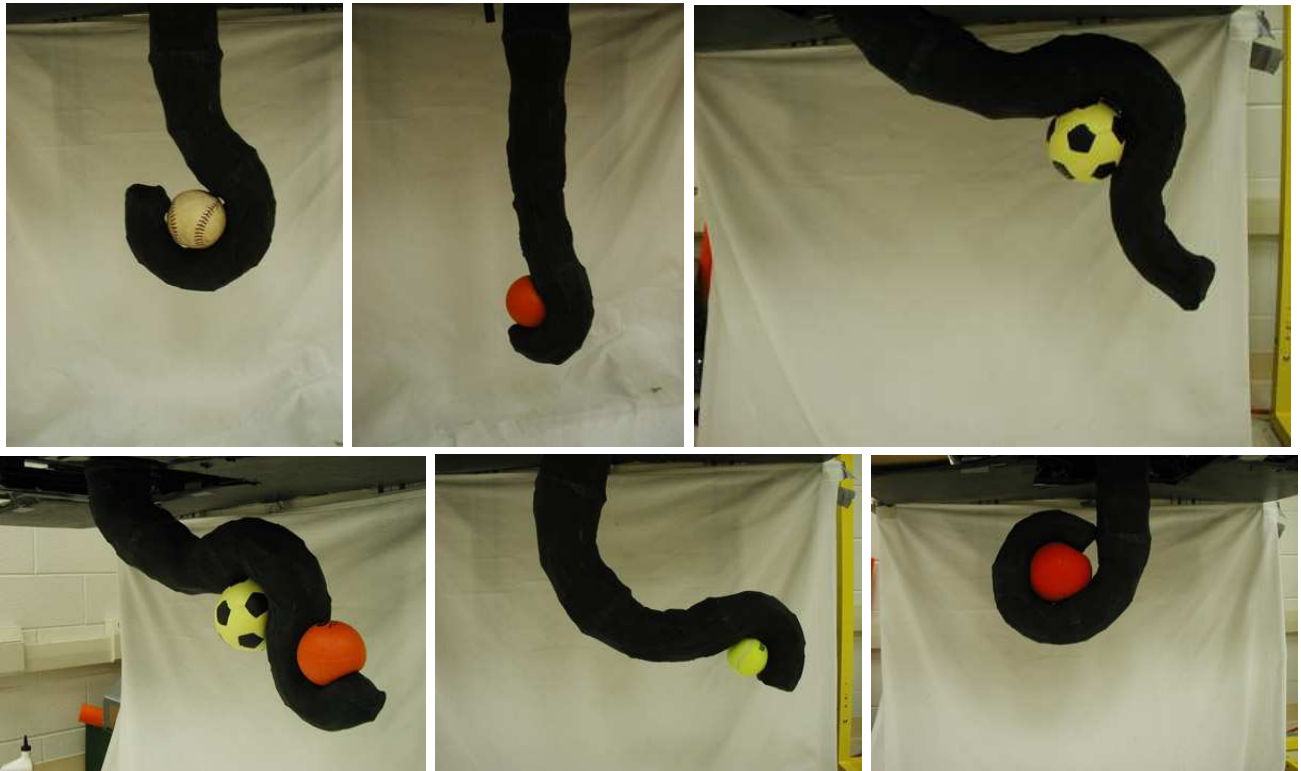


Fig. 32 - O *robô* que imita a tromba de um *elefante* da Universidade de Johns Hopkins, apresenta uma flexibilidade fora do comum.

Estas complicações de projecto são tão grandes que têm impedido o uso mais generalizado destes *robôs hiper-redundantes*, apesar de suas vantagens potenciais.

Ainda nesta linha de *robôs répteis*, existe um *robô Salamandra*, da University of Electro-Communications, em Tóquio, Japão.



Fig. 33 - *Robô Salamandra* (da University of Electro-Communications), Tóquio, Japão.

Robôs animais pré-históricos.

Já o *robô Troody* do MIT (Massachusetts Institute of Technology) se assemelha a um pequeno **dinossauro** carnívoro bípede que viveu no período Cretácico.



Fig. 34 - *Troody*, o **dinossauro robótico** do MIT (Massachusetts Institute of Technology)

O *robô Troody* é capaz de caminhar e fazer alguns movimentos originais do seu homólogo.

Troody pesa 4,5 kg, 48 cm de altura e mede 1,3 metros do bico até ao final da cauda.

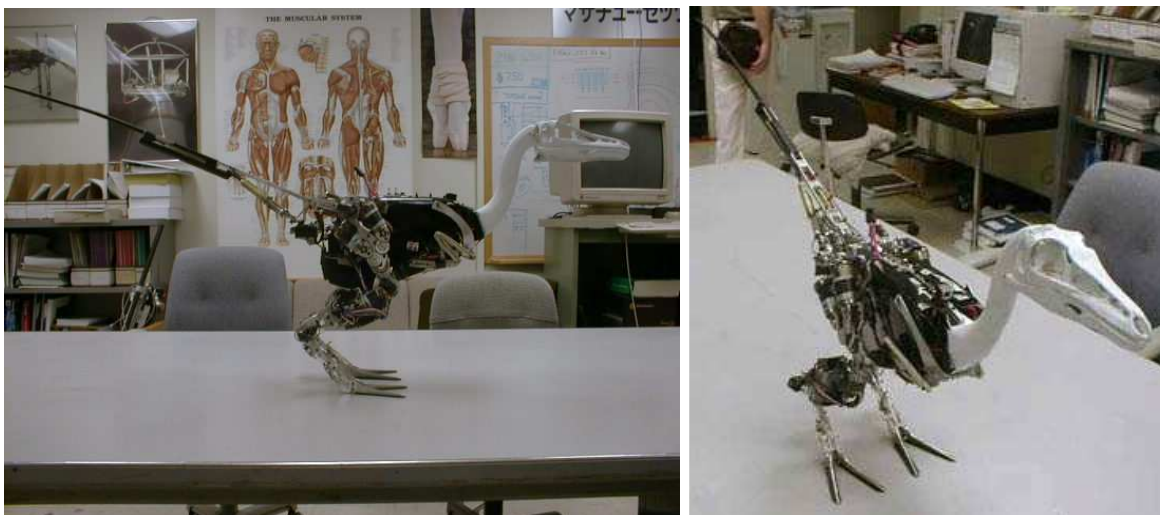


Fig. 35 - *Troody*, o **dinossauro robótico** do MIT (Massachusetts Institute of Technology).

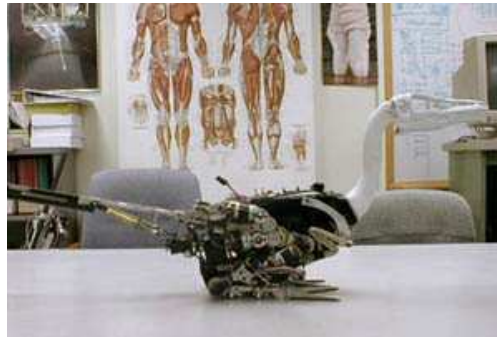


Fig. 36 - *Troody*, o **dinossauro robótico** do MIT (Massachusetts Institute of Technology).

O mesmo grupo de investigadores do MIT (Massachusetts Institute of Technology) também fez **robôs** que imitam o “andar” outras **aves** como um **peru**, um **flamingo** e um **protocerátope** (*protoceratops*, que é um outro pequeno dinossauro do período Cretácico).

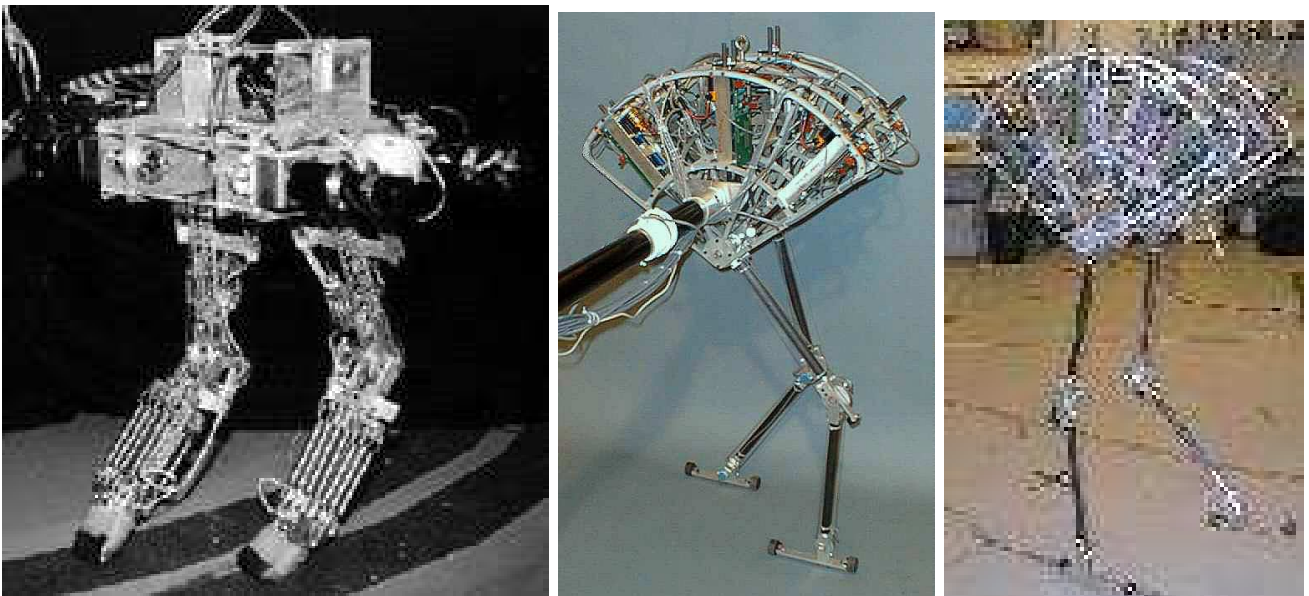


Fig. 37 - **Robôs** do MIT (Massachusetts Institute of Technology) que imitam o andar de **aves**: um **peru** (à esquerda) e um **flamingo** (ao centro e à direita).



Fig. 38 - **Robôs** do MIT (Massachusetts Institute of Technology) que imita o andar de um **protocerátope** (*protoceratops*): pequeno dinossauro do período Cretácico (à esquerda) e um **protocerátope** (*protoceratops*) real, como se imagina que ele tenha sido (ao centro e à direita)..

Na mesma linha deste *protecerátope* e do *robô Troody*, a WowWee desenvolveu e comercializou o “*Roboraptor*” que imita um *dinossauro raptor*.



Fig. 39 - *Roboraptor* (da WowWee), um *robô* que imita um *dinossauro raptor*.



Fig. 40 - *Roboraptor* (da WowWee), um *dinossauro robótico*.

Robôs quadrúpedes.

A Universidade McGill no Canadá desenvolveu um *robô* chamado que cavalga, como se fosse um **cavalo**, que é chamado *Scout galloping robot*.

O *robô Scout II galloping* já está na sua segunda versão e é um quadrúpede que é capaz de andar, correr, galopar, fazer curvas, e até subir escadas.



Fig. 41 - O *robô Scout II galloping* é capaz de andar, correr, galopar, fazer curvas, e até subir escadas.



Fig. 42 - O *robô Scout II galloping* Universidade McGill no Canadá.



Fig. 43 - O *robô Scout II galloping* Universidade McGill no Canadá.

Há muitos projectos de *robôs cães*, à parte dos *cães de estimação* que já falamos na secção sobre *robôs animais de estimação* (*Aibo*, *Robpet*).

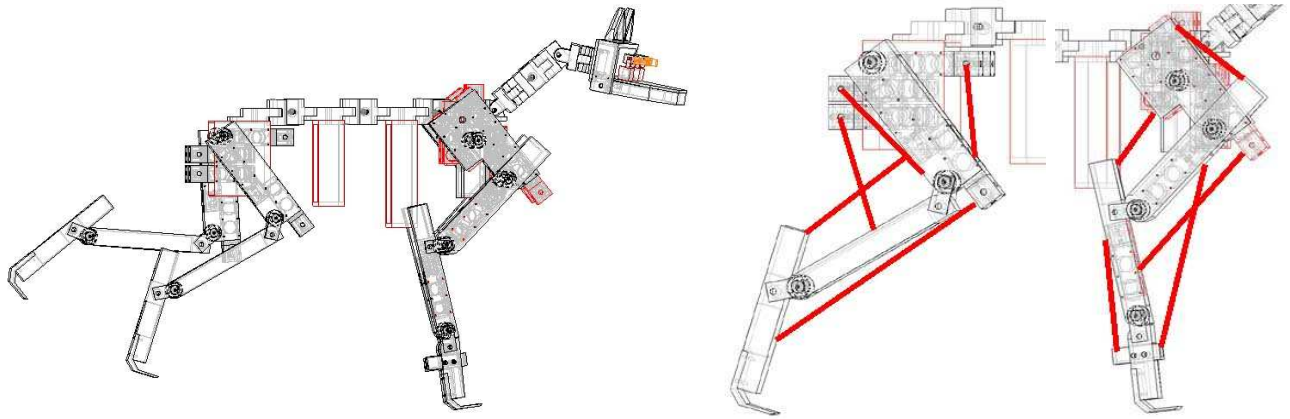


Fig. 44 - A forma de caminhar de um **cão** (à esquerda) não é simples de reproduzir. Patas traseiras (ao centro) e patas dianteiras (à direita).

A forma de caminhar de um **cão** não é simples de reproduzir.

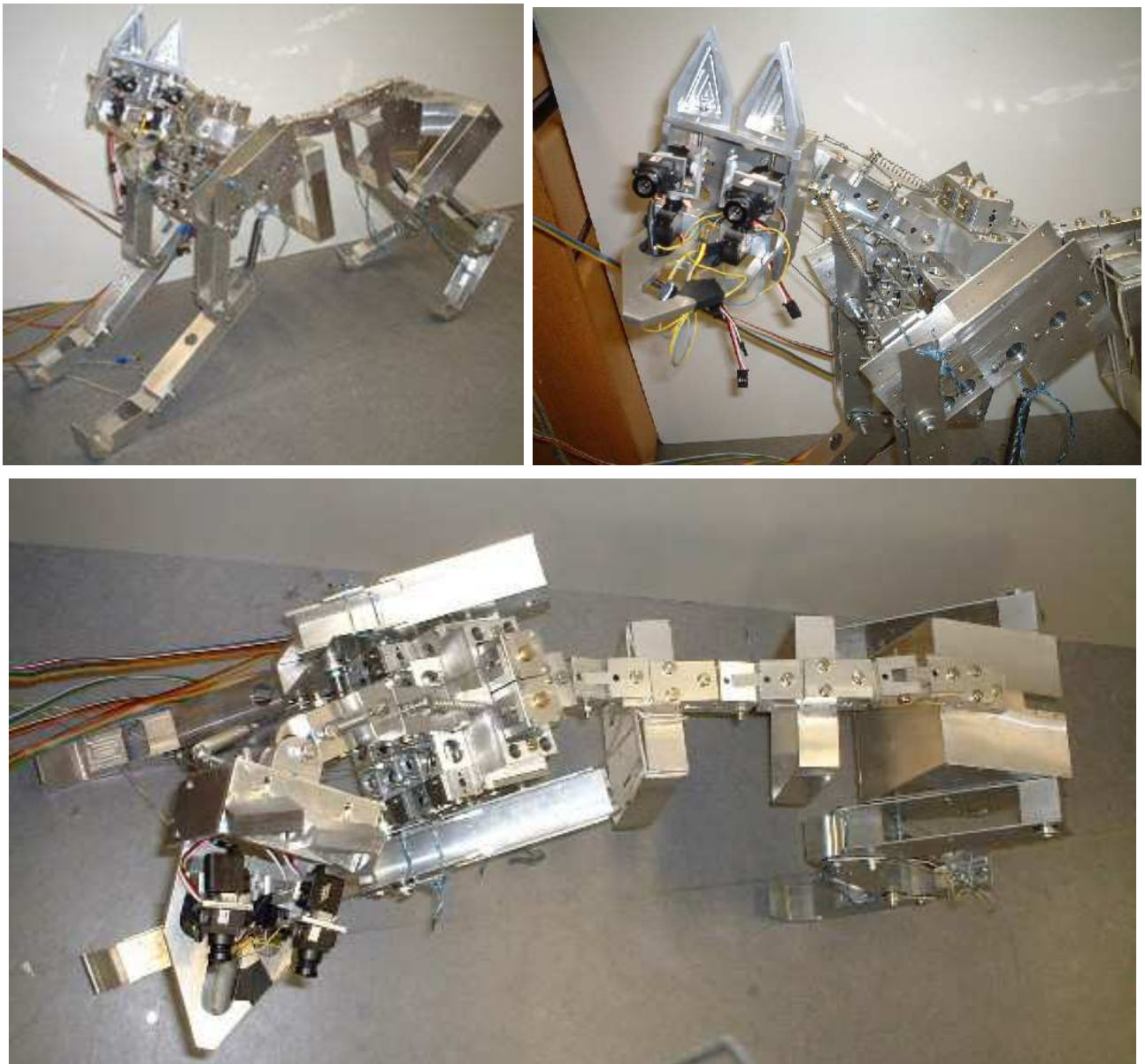


Fig. 45 - *Geoff*, o **robô** **cão** da Universidade de Zurique na Suíça.

O Laboratório de Inteligência Artificial (AILab) da Universidade de Zurique na Suíça desenvolve alguns projectos de **robôs cães** com o objectivo de reproduzir a forma de caminhar e correr deste animal quadrúpede.

A meta é se conseguir a tecnologia para uma forma mais rápida de **robôs** caminharem com pernas (biologicamente inspiradas) pelo entendimento dos mecanismos de locomoção em sistemas biológicos.

Alguns destes **robôs cães** da Universidade de Zurique são: o **Geoff**, o **Puppy**, o **Puppy II** e o **MiniDog**.

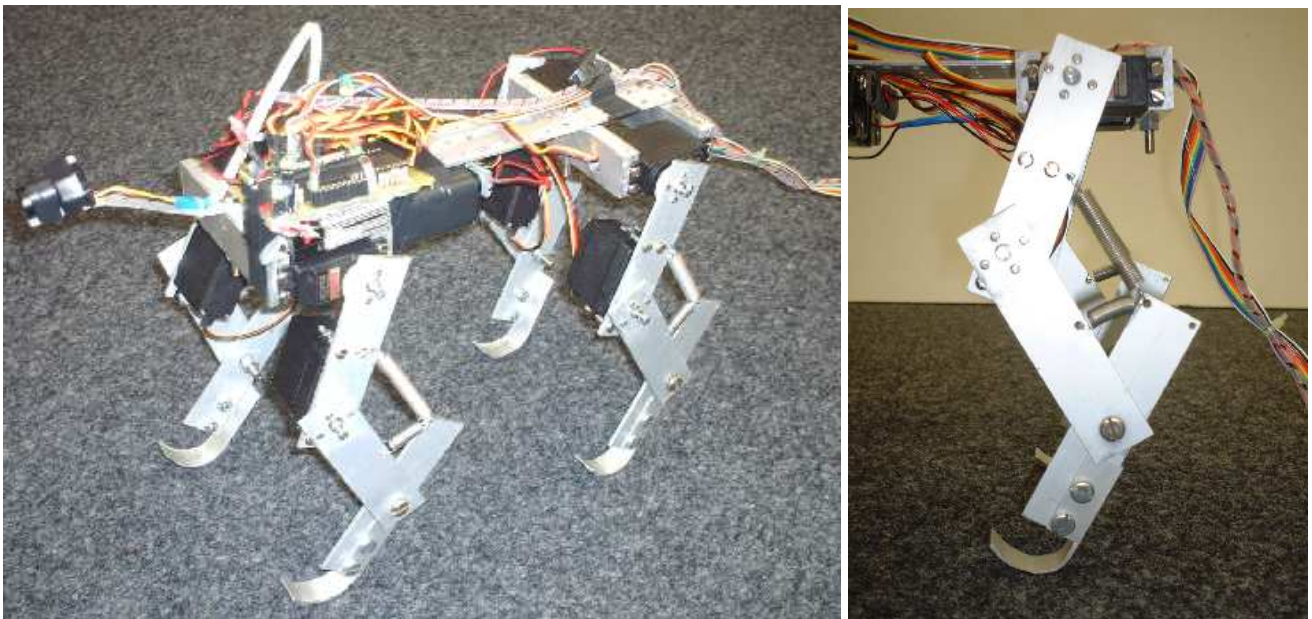


Fig. 46 - **Puppy**, outro **robô cão** da Universidade de Zurique na Suíça.

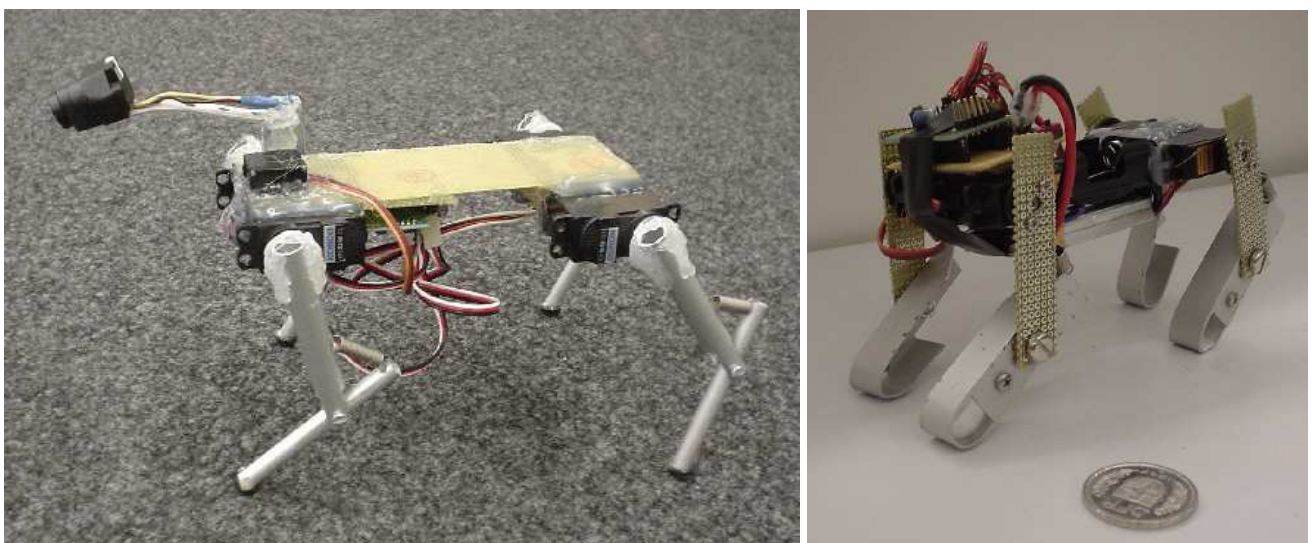


Fig. 47 - **Puppy II** e **MiniDog**, outros dois **robôs cães** da Universidade de Zurique na Suíça.

Um **robô cão** poderia ser útil para muitas tarefas, até mesmo em caçadas, quando se leva um **cão de caça** para auxiliar. Há alguns esquemas e projectos para isso.

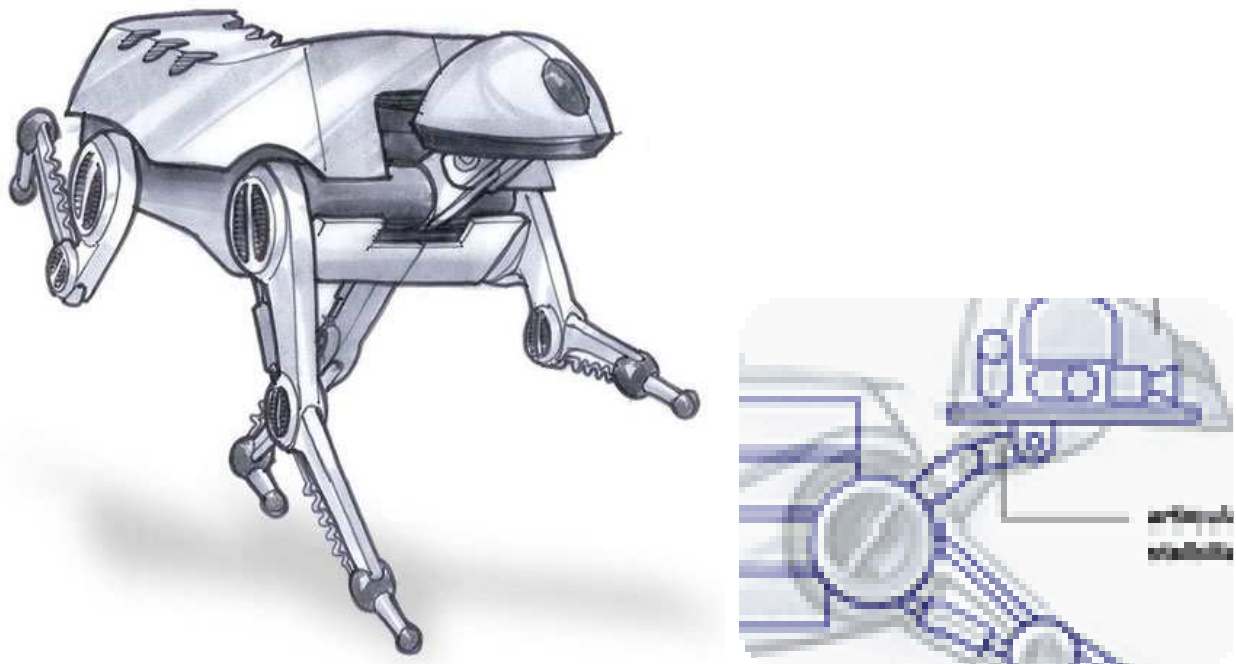


Fig. 48 - Esquema de um **robô cão**.

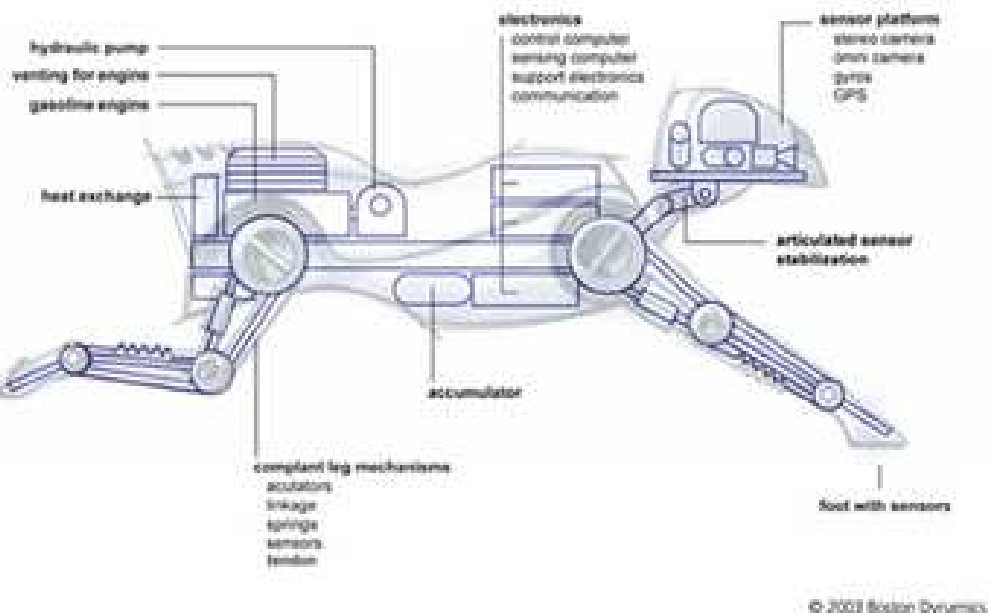


Fig. 49 - Esquema de um **robô cão** para auxiliar na caça.

Já a Bóston Dynamics, uma empresa americana da cidade do mesmo nome, criou um **robô** que embora pareça mais com uma “**mula**” ou um “**jumento**” sem cabeça, foi batizado de “**BigDog**”, ou seja, o grande **cão**.

O *BigDog* é um *robô* com 4 patas e que dificilmente se desequilibra. Ele anda em qualquer terreno, na rua, mesmo em subidas, na lama, na terra, na relva, etc.



Fig. 50 - O *robô BigDog* da Bóston Dynamics, Estados Unidos.

O *BigDog* (o grande **cão**) é capaz de levar cargas nas suas bolsas penduradas. Por esta razão ele pode ter muitas aplicações, até militares de, por exemplo, caminhar junto com uma patrulha levando os abastecimentos de comida para a mesma e aliviando os soldados deste peso.

Muitas outras aplicações são possíveis para este *robô* quadrúpede avançado. Entretanto, a mesma empresa, Bóston Dynamics, criou também o *LittleDog*, que significa o “**cãozito**”, e é menor em tamanho.

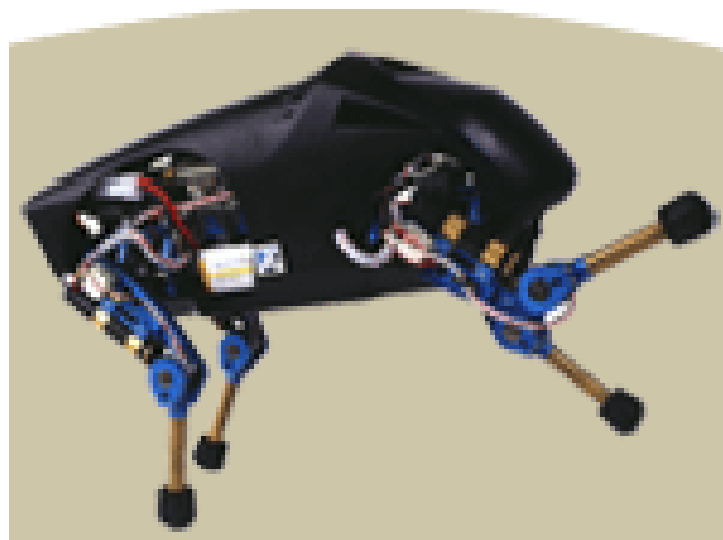


Fig. 51 - O *robô LittleDog* (**cãozito**) da Bóston Dynamics, Estados Unidos.

A ideia deste projecto do *LittleDog* é de um *robô* que aprende a andar, como se fosse um **cãozinho** recém-nascido que está aprendendo a caminhar, fazendo o uso de técnicas de *Inteligência Artificial*, obviamente.

Ele também adapta a forma de caminhar para as diferentes condições do terreno.

Os cientistas usam o *LittleDog* como um protótipo para investigar os relacionamentos fundamentais do aprendizado de um motor, o controle dinâmico, percepção do ambiente, e a locomoção em terrenos difíceis.

O *LittleDog* possui 3 motores eléctricos em cada uma das quatro patas e estas têm um grande alcance de movimento e área de trabalho. Os motores são suficientemente fortes para locomoção dinâmica, incluindo subidas.

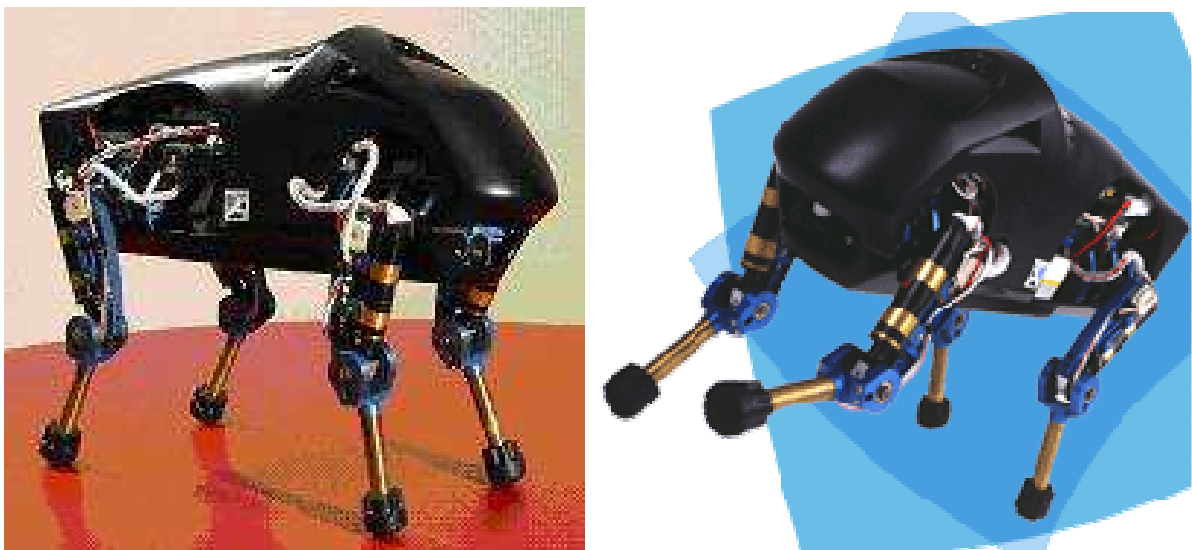


Fig. 52 - O *robô LittleDog* (**cãozito**) da Bóston Dynamics, Estados Unidos.

Os sensores do *robô LittleDog* medem os ângulos das juntas, as correntes do motor, a orientação do corpo e os contactos dos pés no chão.

A electrónica embutida no *robô LittleDog* (seus *microcontroladores*), coordenam as comunicações e controlam o accionamento dos seus motores nas patas.

Existe um *robô* japonês da Universidade de Osaka chamado "*WhiteGoat*" que significa "**cabra branca**", mas não se assemelha nada na aparência com o animal da cabra.

Este *robô* é especializado em limpar a neve, um problema de muitos países na época do inverno.

Seja a neve que se acumula na rua, atrapalhando o trânsito; na frente de casas, bloqueando as entradas das pessoas ou e dos veículos nas suas garagens; ou até mesmo aquela neve acumulada no telhado, pois este *robô Whitegoat* também trabalha em lugares inclinados.



Fig. 53 - A *cabra branca* (white goat) e o ambiente montanhoso e de neve onde ela vive.

A “*cabra branca*” (“*WhiteGoat*”) vive num ambiente montanhoso e de muita neve. Isso inspirou ao nome dado a este *robô*.



Fig. 54 - O *robô Whitegoat* que limpa a neve de lugares inclinados como telhados.

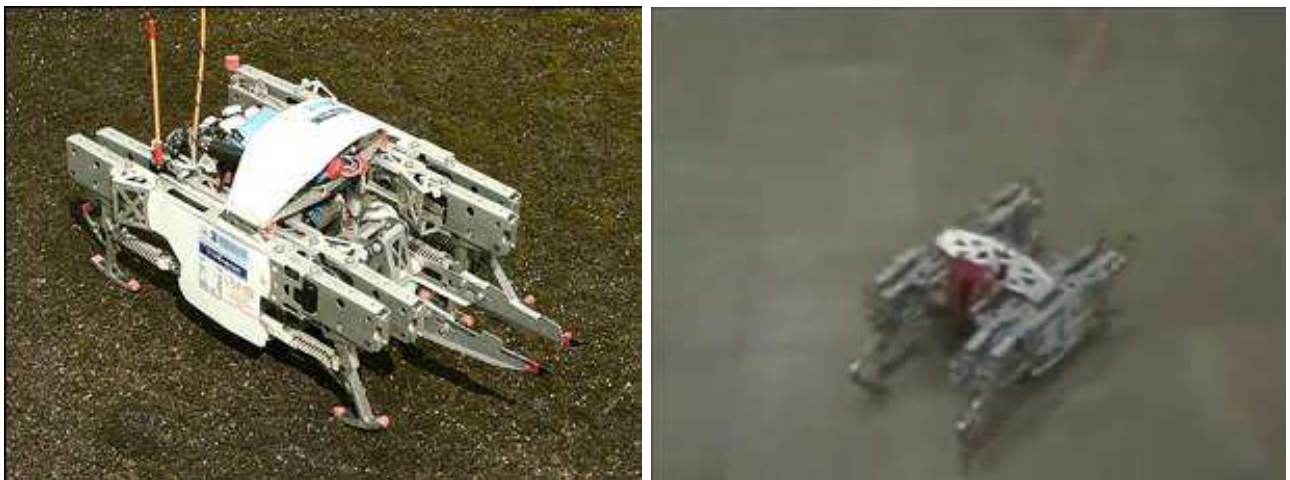


Fig. 55 - O *robô Whitegoat* que limpa a neve de lugares inclinados como telhados.



Fig. 56 - O robô *Whitegoat* que limpa a neve de lugares inclinados como telhados.

Embora a cabra seja um animal *quadrúpede* o robô "*WhiteGoat*" mais parece com um *animal* que rasteja, que são os robôs da próxima secção.

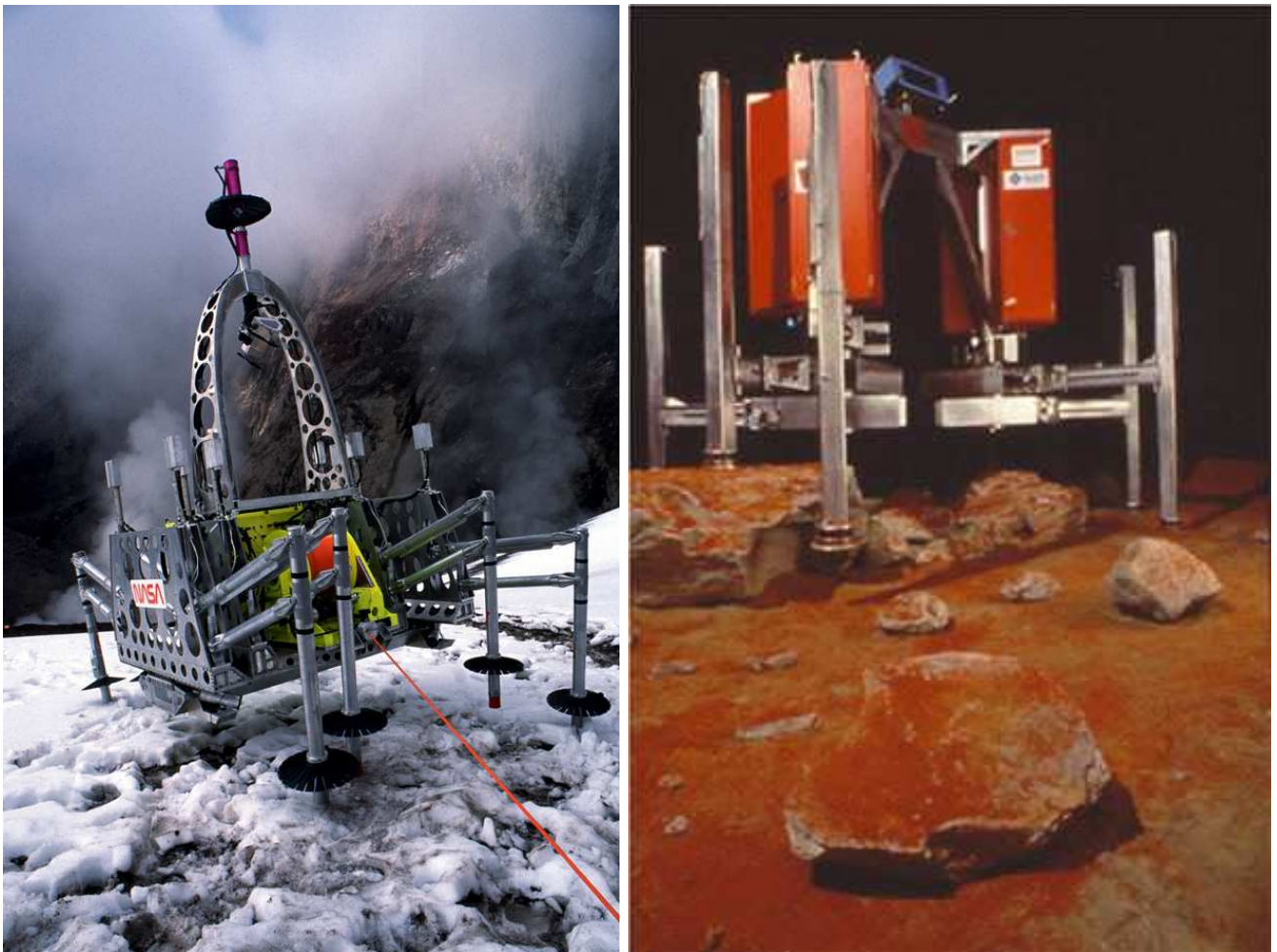


Fig. 57 - Os robôs *Dante* (à esquerda) *Ambler* (à direita) da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos.

Na Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos, existe um Centro de Investigação em Robótica que desenvolve robôs para aplicações fora: na terra, no mar, no ar e no espaço.

Alguns dos *robôs* quadrúpedes que foram desenvolvidos neste centro são:

- **Ambler**: *robô* para andar em terreno irregular. Ele se assemelha com alguns *robôs* aranhas e caranguejos que veremos mais adiante.
- **Dante**: *robô* para explorar vulcões e recolher amostras. Usado no Monte Spurr no Alasca.
- **Groundhog**: *robô* para exploração subterrânea. Ele vai em lugares de difícil acesso ou não seguros para o homem, como minas antigas, esgotos, cavernas, etc.
- **Lorax**: *robô* projectado para andar na neve e no gelo para exploração da Antártica.
- **Sandstorm**: *robô* projectado para andar no deserto e até competir em ralis no deserto (do tipo Lisboa-Dakar) por exemplo. É capaz de andar 300 km autonomamente.
- **Guideway**: *robô* projectado para fazer inspecções em trilhos e guias. Trabalho que pode ser monótono quando são muitos quilómetros.
- **Yogi**: *robô* carrinho de golfe. Tem navegação autónoma para andar nos campos de golfe.



Fig. 58 - O *robô Sandstorm* da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos.



Fig. 59 - *Robôs* da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos: *Guideway* (à esquerda) fazendo inspeção nos carris no Aeroporto Internacional de Fort Worth, em Dallas, nos Estados Unidos e *Lorax* (à direita) em actividade na Antárctica.



Fig. 60 - O *robô Yogi* da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos, em actividade num campo de golfe.



Fig. 61 - O *robô Groundhog* desenvolvido na da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos, para exploração subterrânea.

Robôs que rastejam.

A empresa Bóston Dynamics (a mesma que produz o *BigDog* e o *LittleDog* já mencionados acima), também produz o *robô RiSE* que significa “subir”.

Trata-se de um projecto em conjunto com várias universidades americanas (Universidade da Pennsylvania, de Carnegie Mellon, de Berkeley, de Stanford, e de Lewis and Clark).



Fig. 62 - O *robô RiSE* da Bóston Dynamics, que sobe em paredes, em árvores, etc.

O *robô RiSE* sobe, até mesmo na vertical, em árvores, ou outras superfícies como paredes de tijolos e em cercas de madeira.



Fig. 63 - O *robô RiSE*, da Bóston Dynamics, também sobe na vertical em árvores.

O *robô RiSE* sobe também em outros materiais ainda mais lisos, como vidro e metal com o uso de material adesivo nas suas patas.

As seis patas do *robô RiSE* possuem garras, micro-garras ou material que gruda, que são usados, ora um, ora outro, dependendo da superfície que ele sobe.



Fig. 64 - O *robô RiSE*, da Bóston Dynamics, também sobe na vertical em paredes de tijolos.

RiSE muda a postura de acordo com a inclinação da superfície de subida e a sua cauda fixa ajuda ao equilíbrio nas subidas mais íngremes.

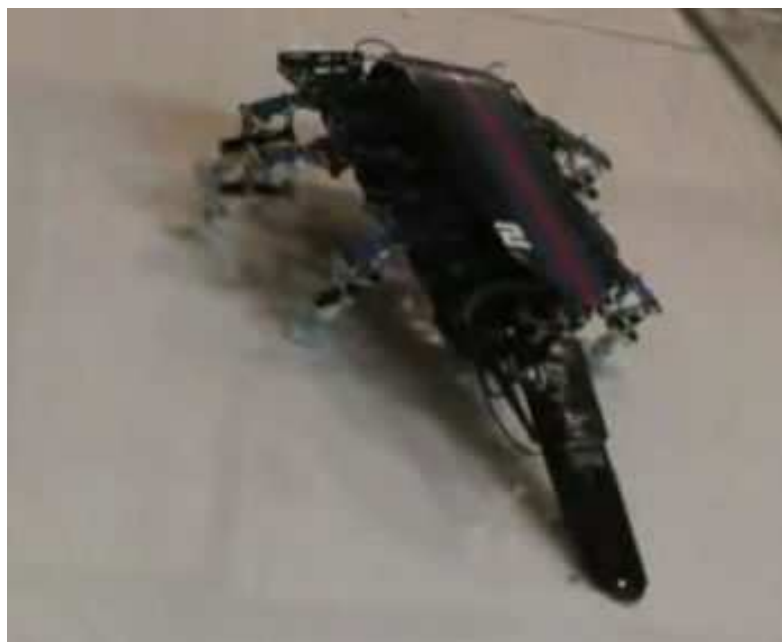


Fig. 65 - O *robô RiSE*, da Bóston Dynamics, possuiu uma cauda fixa que ele usa para ajudar no seu equilíbrio.

RiSE tem 25 cm de comprimento, pesa 2 kg e anda com uma velocidade de 0,3 m/s. Cada uma das seis patas do *robô RiSE* possui 2 motores eléctricos.

Os seus microcontroladores embutidos coordenam as comunicações com os seus sensores e controlam o accionamento dos seus motores nas patas.



Fig. 66 - Alguns *robôs RiSE*, com patas especiais, foram usados no filme Runaway para atacarem o actor Tom Selleck simulando *killer-spider-robots* (*robôs aranhas mortíferas*).

RiSE já foi usado em um filme para imitar *aranhas mortíferas*, *killer-spider-robots*.

A Universidade McGill (McGill University), no Canadá, em colaboração com a Universidade de Michigan e a Universidade da Califórnia em Berkeley também desenvolveu um *robô* de seis patas chamado *RHex* que não tem o aspecto de uma aranha mas sim de um *lagarto* ou um *escorpião*.

O *robô RHex* anda por todo tipo de terreno: terra, areia, vegetação, lama, etc. e ultrapassa qualquer obstáculo pelo caminho: pedras, trilhos de comboio, postes caídos, terrenos inclinados, degraus de escada, etc.

RHex pode ser controlado remotamente por um operador com uma unidade de comando até 600 metros de distância.



Fig. 67 - O robô *RHex*, da McGill University, Canadá.



Fig. 68 - O robô *RHex*, em terreno com vegetação (à esquerda) e sobre pedras (à direita).



Fig. 69 - O robô *RHex*, cruzando os carris de comboio.

RHex tem câmaras na frente e atrás. Ele pode orientar a sua navegação através da sua própria bússola, dos seus sensores e até mesmo pelo GPS.



Fig. 70 - O robô *RHex*, na lama (à esquerda) e ultrapassando um poste caído (à direita).

Além disso *RHex* também anda com apenas 2 patas a uma velocidade de 1,25 metros por segundo.

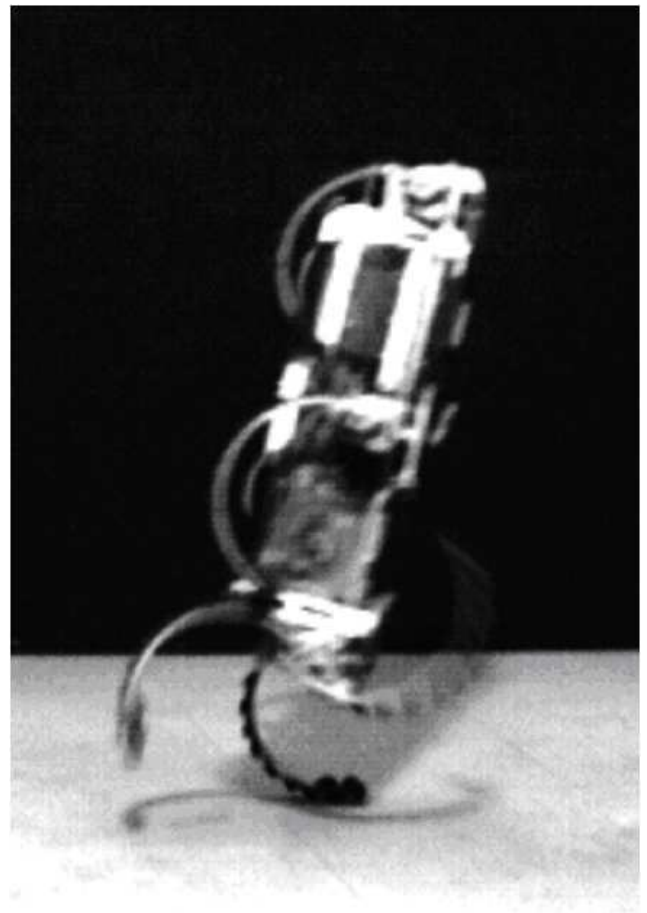
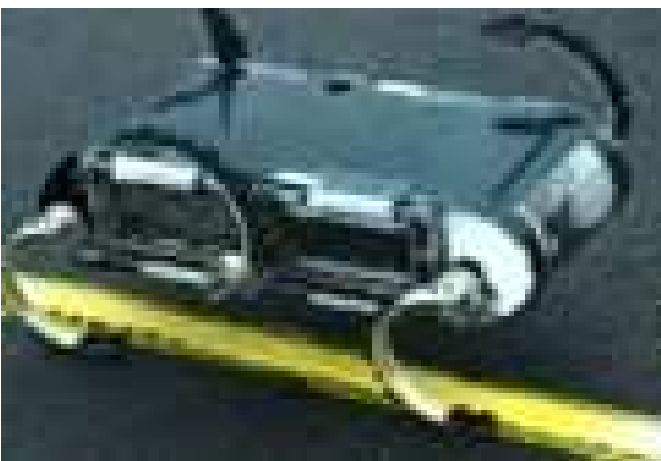


Fig. 71 - O robô *RHex*, anda por todo tipo de terreno e até mesmo andar em 2 patas.

Robôs que nadam e mergulham.

O robô *RHex* também nada e mergulha, ou seja, nada debaixo d'água. Ele tem o seu corpo selado de forma a permitir operar nestas condições.



Fig. 72 - O robô *RHex*, também nada na superfície da água.

Na verdade, a versão do *RHex* que vai debaixo d'água chama-se *Aqua* e troca as suas patas por barbatanas.

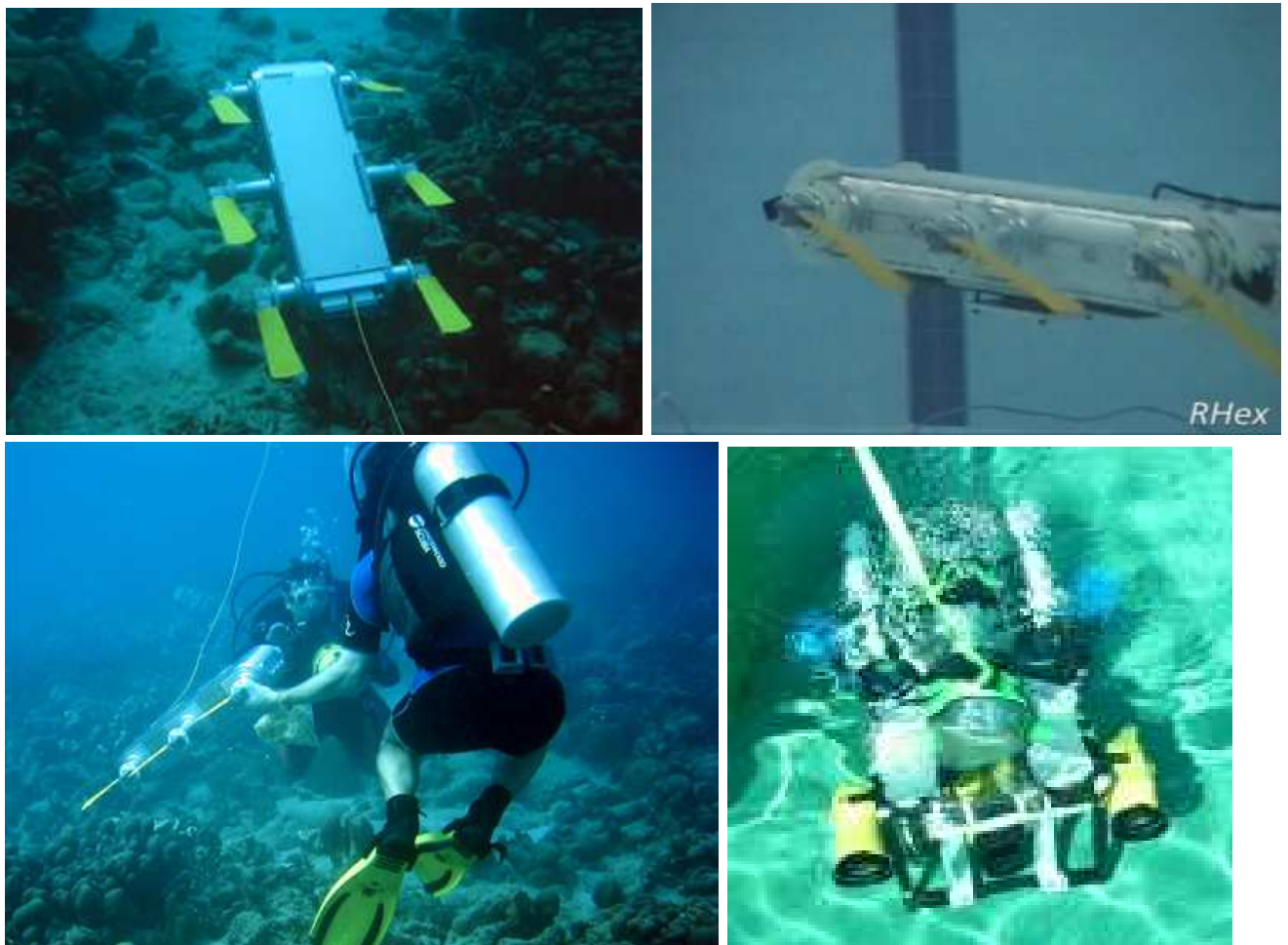


Fig. 73 - *Aqua*, o robô *RHex* debaixo da água, trocando as suas patas por barbatanas.

Enquanto o *robô RHex* parecia um animal rastejante como o *lagarto* ou o *escorpião*, o *robô Aqua* já se assemelha mais com um *animal aquático* ou até mesmo com um *peixe*.

O *robô Aqua* foi desenvolvido para executar várias tarefas debaixo d'água, como por exemplo *fotografar o fundo do mar* e o *salvamento de pessoas*.

No Reino Unido há um projecto da Universidade de Essex, perto de Londres onde são desenvolvidos *robôs peixe* ("*robofish*" ou "*fishbots*") autônomos e com aspecto e atitudes mesmo de *peixes*.

Estes *robôs* são baseados na "*carpa*" e têm aproximadamente 50 cm de comprimento, 15 cm de altura e 12 cm de largura.



Fig. 74 - *Robô peixe* ("*robofish*") da Universidade e de Essex, no Reino Unido.

Os *robôs peixe* da Universidade de Essex são cobertos de escamas que reflectem a luz, e minúsculos sensores que dão as informações das distâncias aos obstáculos.

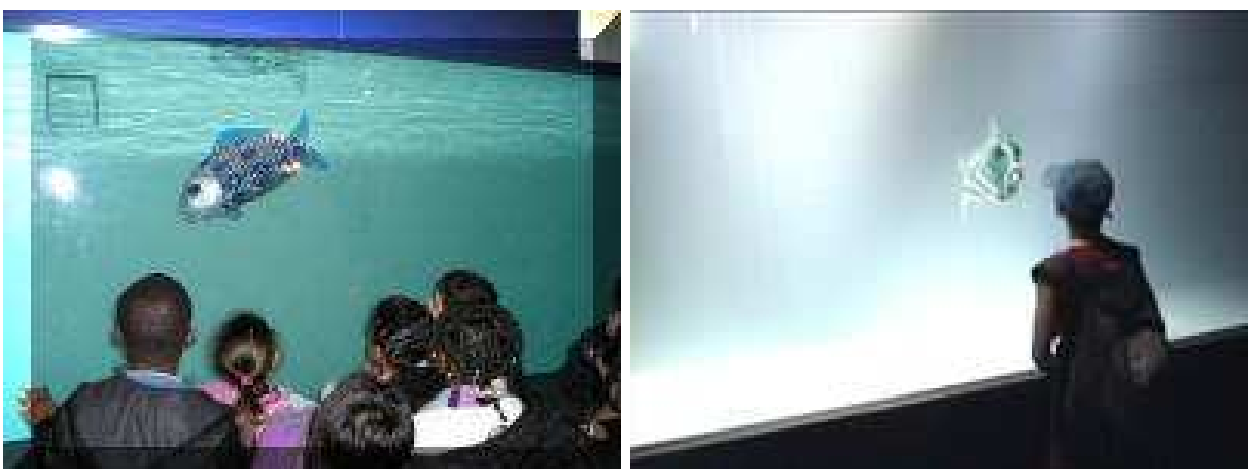


Fig. 75 - *Robô peixe* ("*robofish*") da Universidade de Essex, em exibição ao público num aquário em Londres.



Fig. 76 - *Robôs peixe* (“*robotfish*”) da Universidade de Essex em um aquário. Na figura da direita um deles está sem a sua capa de escamas.

Estes *robôs peixe* da Universidade de Essex nadam em *aquários* junto com outros *peixes* de verdade. Eles podem nadar a uma velocidade de 30 cm por segundo.

Esta *carpa robótica* não tem fios, operam a pilhas e é auto-suficiente. Portanto eles podem ser usados em *aquários caseiros* (*aquários virtuais*), sem a inconveniência de ter que alimentá-los.

Um outro em *robôs peixe* (“*robotfish*”) está sendo desenvolvido numa Universidade em Pequim na China (Beijing University of Aeronautics and Astronautics) em conjunto com o Instituto de Investigação em Automação da Academia Chinesa de ciências (Automation Research Institute of the Chinese Academy of Sciences).



Fig. 77 - *Robô peixe* (“*robotfish*”) da China.

Este *peixe robótico* foi projectado para auxiliar a investigação submarina arqueológica, o mapeamento de ambientes marinhos, culturação de plantas aquáticas e até mesmo à pesca.

Estes **robôs peixe** (“*robofish*”) têm o corpo preto, aproximadamente 1,20 metros de comprimento e se assemelha a um **peixe** real, tanto na sua forma como nos seus movimentos.



Fig. 78 - **Robô peixe** (“*robofish*”) da China, apresentação numa piscina.

Eles podem ser controlados remotamente mas também possuem um mecanismo autónomo que o permitem navegar debaixo d’água a 4 km/h durante cerca de 3 horas.

Este **robô peixe** (“*robofish*”) da China são fáceis de operar e causam muito pouco distúrbio ao ambiente natural marinho.

Outros dois exemplos de de **peixe robô** são:

- o **robofish** (“**robô peixe**”) Universidade Queen’s (Queen’s University) situada em Kingston, no Ontário, Canadá;
- o **peixe mecatrónico** da Seattle Robotics dos Estados Unidos.



Fig. 79 - **Robô peixe** (“*robofish*”) da Queen’s University.



Fig. 80 - **Peixe** mecatrónico da Seattle Robotics dos Estados Unidos.

Outra ideia foi de construir um AUV em forma de peixe com o mesmo espírito de não perturbar a vida marinha com a sua presença.

Conforme já vimos no capítulo 4 sobre Robôs não industriais, um AUV, Autonomous Underwater Vehicle (veículo submarino autónomo) é um submarino sem tripulação, teleguiado.

Os Instituto de Robótica da Universidade de Pequim (Beijing University) na China juntamente com o Instituto de Automação da Academia Chinesa de Ciências (Chinese Academy of Sciences, CAS) têm um projecto de um AUV chamado “*underwater bionic robotic fish*” que significa “peixe robô submarino biônico”.



Fig. 81 - *Underwater bionic robotic fish* (“**peixe robô submarino biônico**”) da Universidade de Pequim e Academia Chinesa de Ciências.

Já o Institute of Field Robotics dos Estados Unidos constrói protótipos de “*fish robot*” (*robô peixe*) para estudos aerodinâmicos e dos movimentos de peixes como o tubarão por exemplo (modelo matemático e análise de movimentos sub aquáticos).



Fig. 82 - *Fish robot* (*robô peixe*) para estudos aerodinâmicos e dos movimentos do tubarão. Institute of Field Robotics dos Estados Unidos.

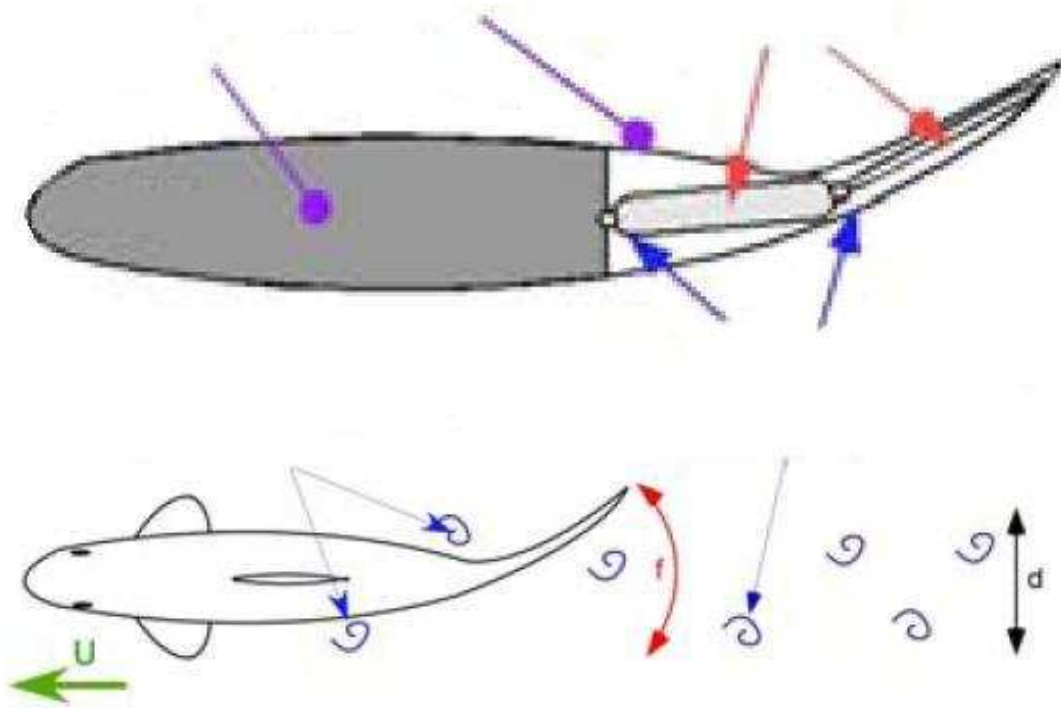


Fig. 83 - O Institute of Field Robotics dos Estados Unidos constrói *fish robot* (*robô peixe*) para estudos aerodinâmicos e dos movimentos de peixes.

Acredita-se também que os **peixes robóticos** poderão vir a nadar muito além que submarinos autónomos AUV com a mesma carga de bateria.

Desta forma eles poderão investigar enormes áreas do oceano procurando por fontes de poluição ou fazendo mapeamentos (cartografia marítima).

Já os japoneses da Mitsubishi andam a projectar **robots fish (robôs peixe)** que ressuscitam os **peixes** do passado que já desapareceram há milhões de anos atrás.

Estes **robôs peixe** (“**robotfish**”) são recriados de fósseis encontrados dos mesmos e recriam com bastante perfeição **espécies** pré-históricas extintas do mar.

Trata-se de um projecto caro da Mitsubishi e o objectivo é construir um aquário virtual destes **peixes**.



Fig. 84 - **Peixe robô submarino “coelacanth”** que reproduz um **peixe** extinto, recriado à partir de fósseis. Um verdadeiro monstro metálico. Peso: 40 kg e comprimento: 1,20 metros.



Fig. 85 - **Peixe robô submarino** “**sea bream**” que reproduz um **peixe** extinto, recriado à partir de fósseis. Peso: 2.5 kg e comprimento: 50cm. Atinge a velocidade máxima de meio nó (0.9 km/h). Sua bateria pode mante-lo nadando por até 30 minutos.

A série de filmes “Jaws” (**Tubarão**), passada no final dos anos 70, já utilizava uma espécie de **peixe mecânico** (ou **robô peixe**) para representar o **tubarão**.

Entretanto, estes **robôs** eram ainda muito **primitivos** quando comparados com os **robôs** de hoje, pois, ainda não haviam a **visão robótica** e os **sensores modernos** que são usados nos **robôs** actuais.

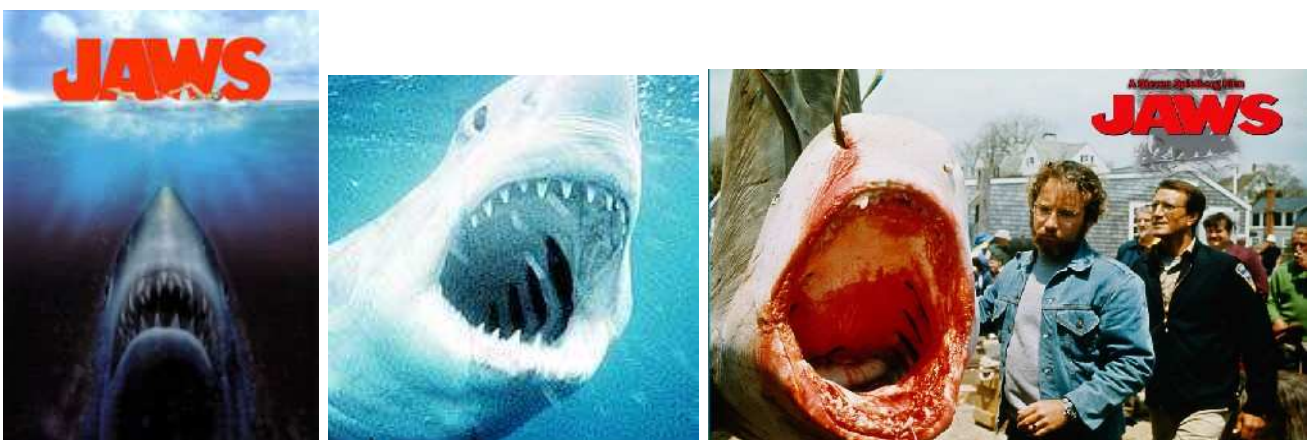


Fig. 86 - **Peixe mecânico** (ou **robô peixe**) que representou o **tubarão** na série de filmes “Jaws” (**Tubarão**), passada no final dos anos 70.

Robôs aranhas e caranguejos.

Nesta secção vamos falar de alguns “*spider robôs*” (ou seja, *robôs aranhas*) e “*crab robots*” (*robôs caranguejos*).

O “*Titan*”, do Tokyo Institute of Technology (*Instituto de Tecnologia de Tóquio*) do Japão é um outro exemplo de *robô antropomórfico*.

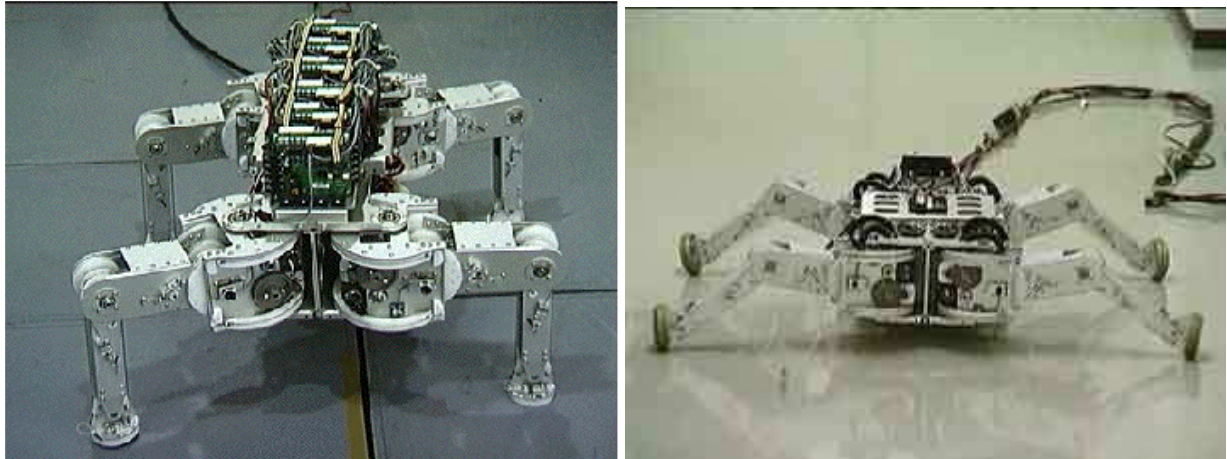


Fig. 87 - *Titan*, robô com 4 patas do Tokyo Institute of Technology do Japão.

Eles podem andar em superfícies irregulares, e ultrapassar pequenos obstáculos.

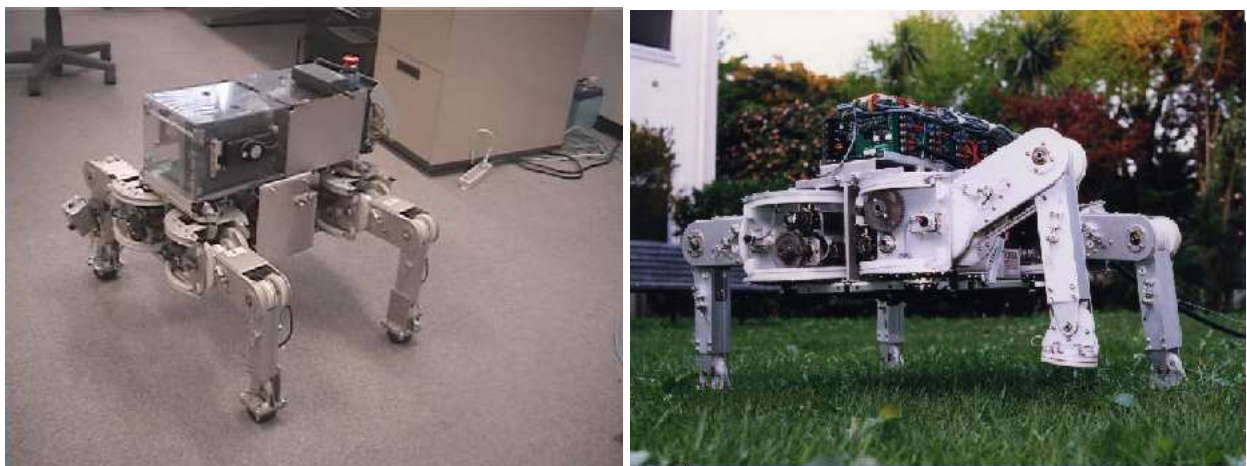


Fig. 88 - *Titan*, robô com 4 patas do Tokyo Institute of Technology do Japão.

Este robô japonês *Titan* é quadrúpede (que já foi o assunto de outra secção), mas ele mais parece uma *aranha* com 4 patas, e por isso estamos falando dele aqui nesta secção.

Já vimos na secção de *robôs que rastejam* que o robô *RiSE* já foi adaptado para imitar *aranhas*. Aqui veremos outros *robôs* feitos mesmo para imitarem as *aranhas*.

Os projectos de “*spider robots*” (ou seja, *robôs aranhas*) são semelhantes ao *Titan* em geral têm 6 ou 8 patas.

Abaixo algumas figuras que mostram exemplos de *robôs aranhas* (“*spider robots*”).



Fig. 89 - *Robôs aranhas, spider robots*, com 6 patas: da Universidade de *Cooper* em Nova Iorque (à esquerda) e *Suzie* (à direita).



Fig. 90 - *Robô aranha, spider robot*, com 6 patas da *Robotfactory*, na Itália.

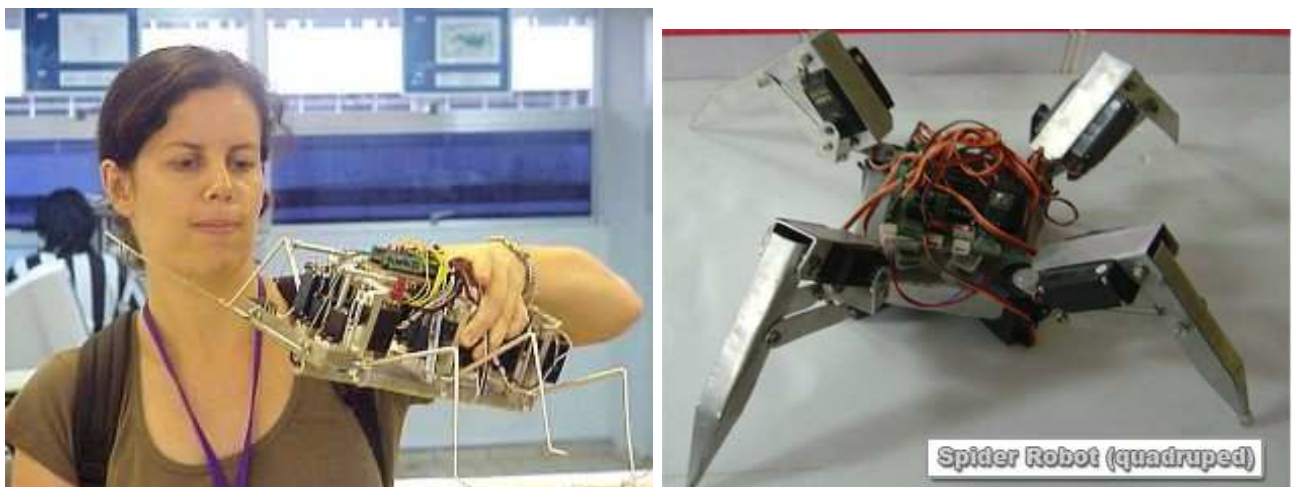


Fig. 91 - *Kylie*, a *robô aranha (spider robot)* com 6 patas, à esquerda, e um outro *robô aranha (spider robot)* da *Wowwee* de apenas 4 patas, à direita.

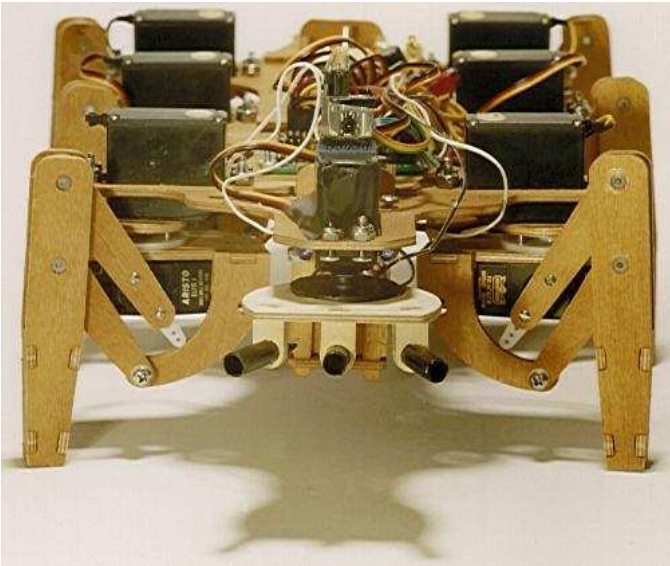


Fig. 92 - O *Robobug* outro *robô aranha* (*spider robot*) com 6 patas da Mechatrinix com sua capa que o deixa com o aspecto de um *bicho* ou *insecto* tipo *besouro*.



Fig. 93 - *Ciber spider*, um robô *aranha* (*spider robot*) com 8 patas da empresa WowWee.

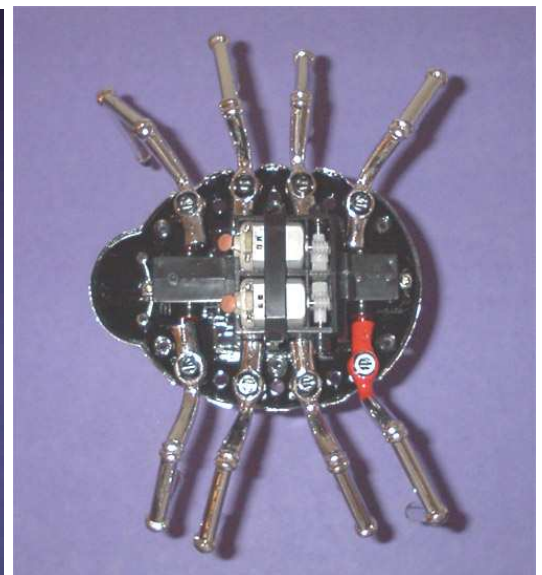
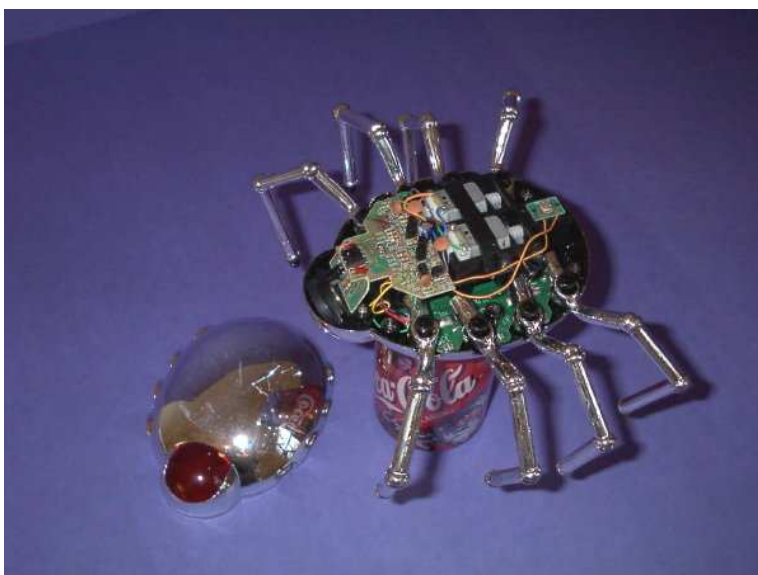


Fig. 94 - *Ciber spider*, um robô *aranha* (*spider robot*) com 8 patas da empresa WowWee.

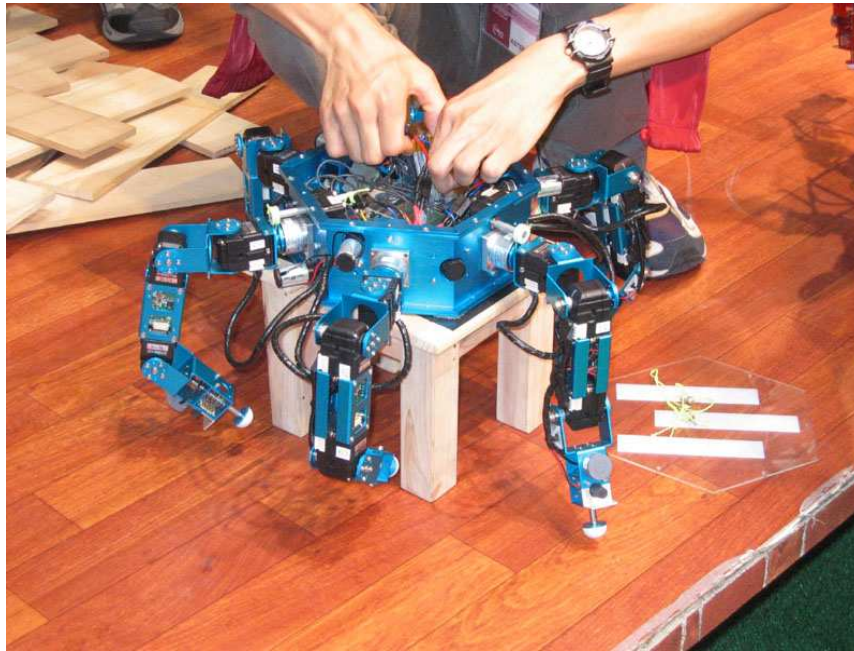


Fig. 95 - *Robôs aranha* (*spider robots*) com 6 patas.

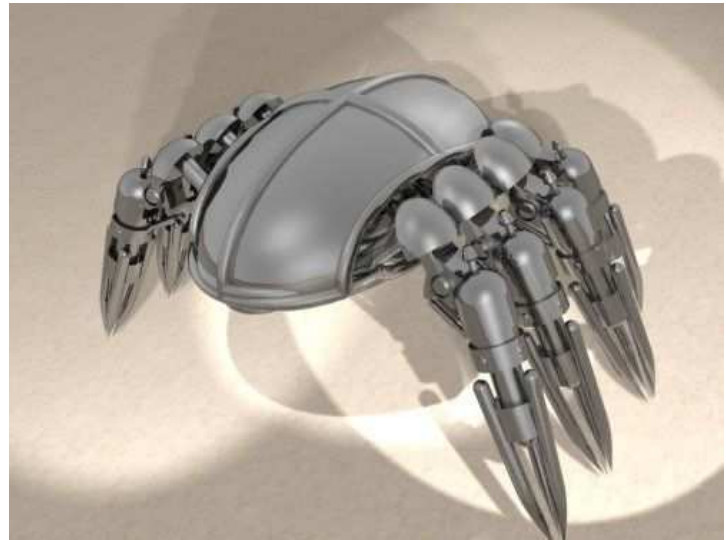


Fig. 96 - *Robôs aranha* (*spider robots*) com 6 patas.

Portanto existem muitos projectos de *robôs aranhas* (“*spider robots*”). Alguns, desenvolvidos em universidades, são puramente investigação em locomoção *robótica*.

Entretanto há outros *robôs aranhas* (“*spider robots*”) que foram desenvolvidos para *aplicações práticas*, como por exemplo puxar cargas em terrenos inclinados ou irregulares, onde outros *robôs* não podem ir.

O *Robobug*, por exemplo, pode puxar uma carga de até 40 kg.

A NASA também têm o seu *robôs aranha* (“*spider robots*”) que está sendo desenvolvido no Lyndon B. Johnson Space Center (JSC) em Houston no Texas, ao qual chama de “*Spidernaut*”.

A nova geração de plataformas espaciais gigantescas que estão para vir e os veículos espaciais para se andar nelas serão muito grandes e frágeis para serem lançados da terra. Portanto terão que ser montados no próprio espaço.

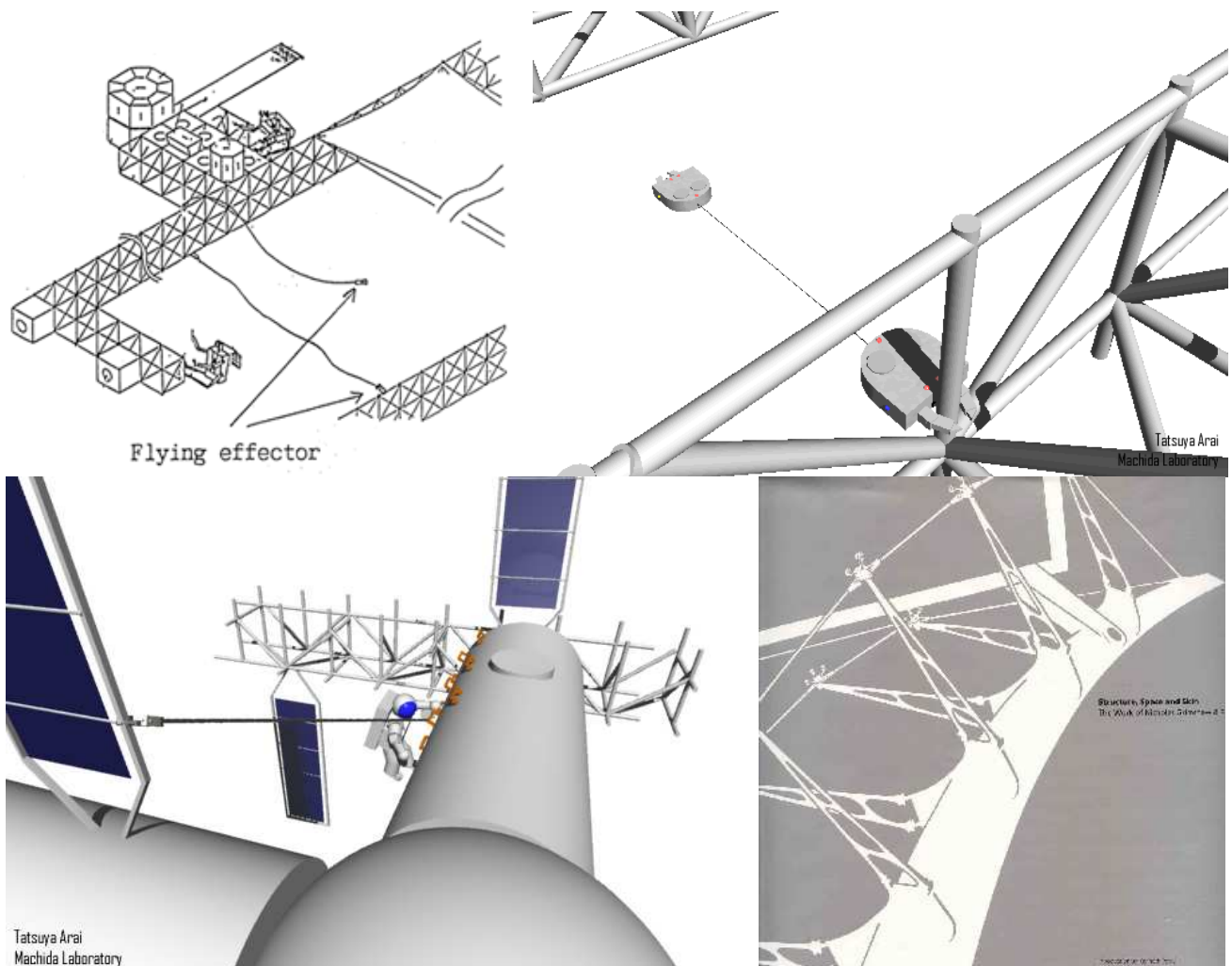


Fig. 97 - Plataformas espaciais do futuro com estruturas em forma de teias, onde os o **robôs aranha, *spidernaut*** da NASA poderão ser úteis na montagem e na manutenção.

Spidernaut é um **robô** extra veicular, ou seja, para ser usado no espaço fora da nave espacial, na montagem e na manutenção destas plataformas espaciais com enormes estruturas em forma de teias.

O ***Spidernaut*** tem um método de locomoção bastante suave, levantando de cada vez apenas uma das suas 8 patas.

Esta forma de se deslocar dos **aracnídeos** é a ideal as operações a serem feitas nestas plataformas espaciais do futuro.



Fig. 98 - A forma de se deslocar dos **aracnídeos** é a ideal as operações a serem feitas nas plataformas espaciais do futuro. Trata-se de um método de locomoção bastante suave, levantando de cada vez apenas uma das suas 8 patas.



Fig. 99 - Plataformas espaciais do futuro com estruturas em forma de teias, onde os o **robôs aranha**, **spidernaut** da NASA poderão ser úteis na montagem e na manutenção.



Fig. 100 - **Spidernaut** o **robô aranha** da NASA com 8 patas.

Este sistema também permitira o transporte de cargas e materiais da estrutura, como grandes peças de alumínio, através da própria plataform.

A luz solar intensa que incide lá no espaço ou os grandes espelhos (dos painéis solares) também reflectindo luz são coisas que atrapalham as operações dos astronautas mas para os robôs não seria problema.



Fig. 101 - *Spidernaut*, o robô **aranha** com 8 patas e seu emblema adoptado pela NASA.

A LEGO é uma fábrica tradicional de peças (tijolinhos) para se montar todos os tipos de objectos e brinquedos.

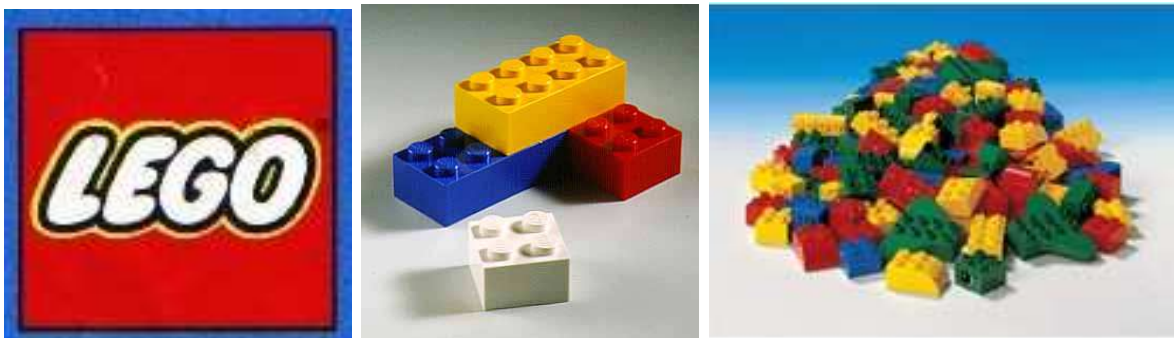


Fig. 102 - A LEGO é uma fábrica tradicional de peças (tijolinhos) para se montar todos os tipos de objectos e brinquedos.



Fig. 103 - A LEGO é uma fábrica tradicional de peças (tijolinhos) para se montar todos os tipos de objectos e brinquedos.

Com criatividade é possível se criar casas prédios e todos os tipos de coisas originais utilizando estes tijolinhos.

Recentemente a LEGO-Mindstorms passou a produzir peças e componentes para se montar *robôs*.

É possível se comprar da LEGO-Mindstorms as seguintes peças e componentes: sensores que reagem à intensidade de luz, sensores de tacto, de som e de ultra-som, altifalantes, tijolinhos programáveis (intelligent bricks), motores interactivos (para o robô andar e se movimentar), micro-processadores de 32 bits, portas lógicas de input e de output, ligações USB e bluetooth.

Com um pouco de criatividade é possível se criar os mais variados *robôs* simples e originais utilizando estas peças e componentes da LEGO-Mindstorms, como por exemplo um *robô aranha* ou robôs que imitam outros *animais*.

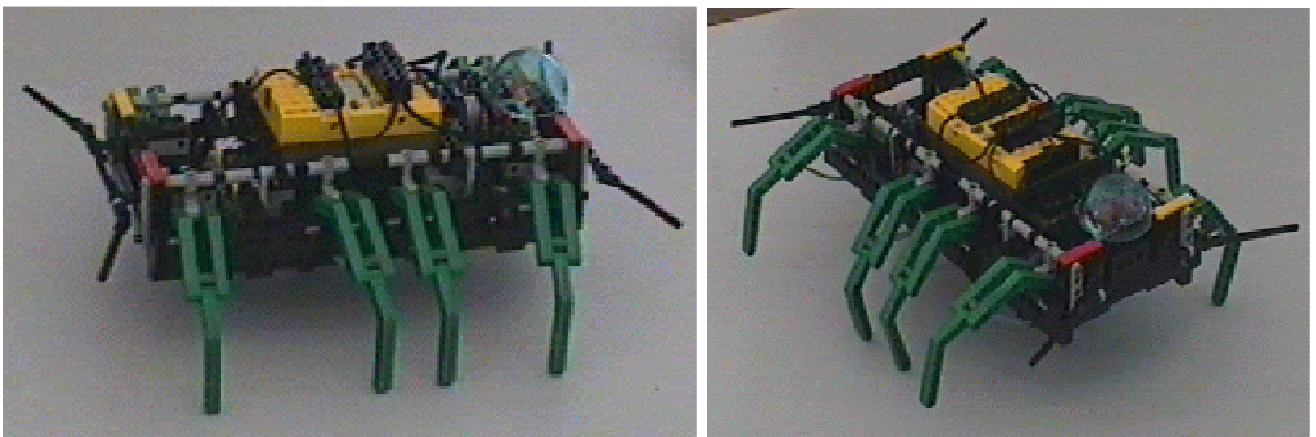


Fig. 104 - Um *robô aranha (spider robot)* com 8 patas construído com componentes e peças da LEGO-Mindstorms.

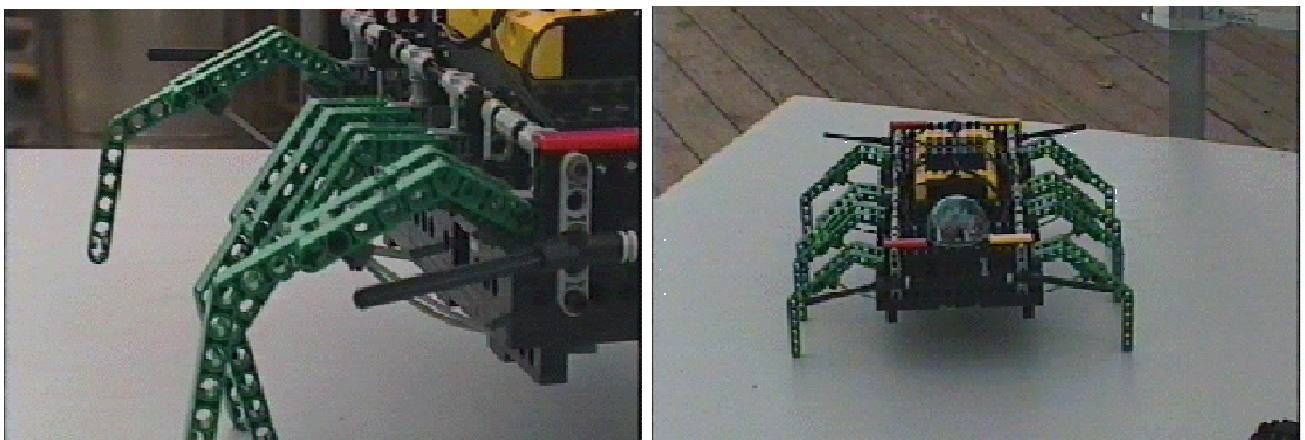


Fig. 105 - Com as peças e componentes da LEGO-Mindstorms é possível se montar um *robô* como este *robô aranha (spider robot)*.

Assim como se fazem *robôs aranhas* (“*spider robots*”) também se fazem *robôs caranguejos* (“*crab robots*”).

A Universidade de Aveiro participou no Campeonato do Mundo de Robótica Móvel, com um *robô* baptizado de **CRAB**, que significa **caranguejo**.

Este *robô CRAB* possui um particular e eficiente mecanismo de recolha das bolas de bilhar, que usa uma pinça colocada na traseira do *robô*.

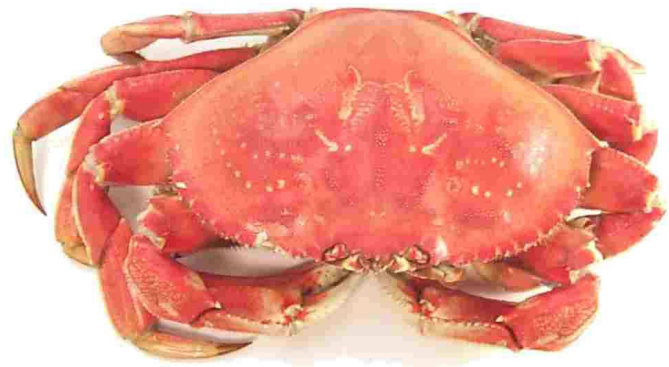


Fig. 106 - O **caranguejo** (*crab*) real.

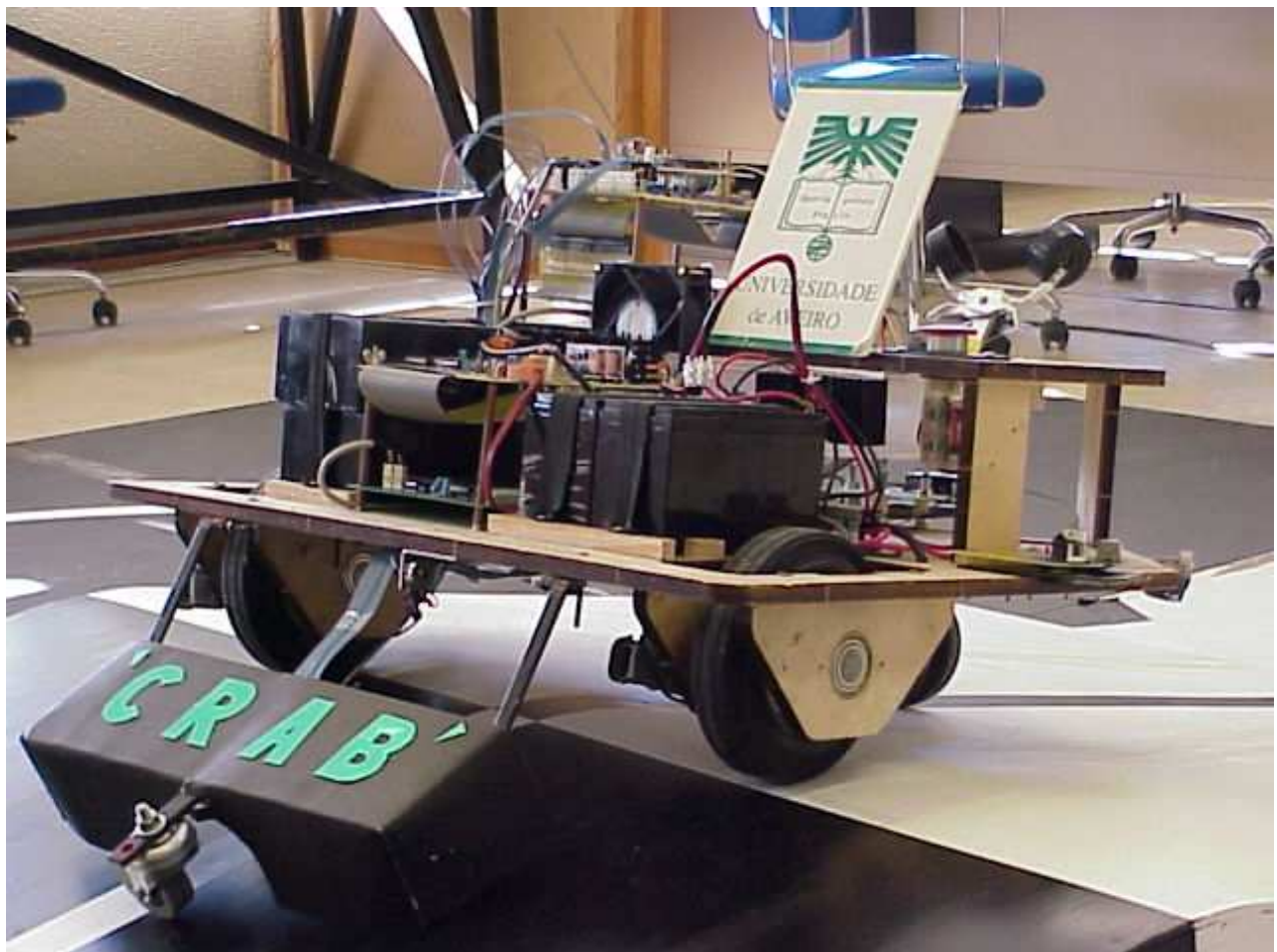


Fig. 107 - **CRAB**, um *robô caranguejo* (*crab robot*) da Universidade de Aveiro.

CRAB pode atingir até 2.5 m/s de velocidade e o respectivo mecanismo de seguimento de linha está suportado por uma estrutura basculante que lhe permite ultrapassar as rampas com facilidade, mantendo os sensores de linha a uma distância ao solo aproximadamente constante.

Mas há outro **robô caranguejo** do Japão, também chamado de **CRAB**, que tem mesmo o aspecto do e anda como o **crustáceo** real.



Fig. 108 - **CRAB**, um **robô caranguejo** (*crab robot*) japonês.

Além destes, a Universidade de Berkeley na Califórnia, nos Estados Unidos fez também um **robô caranguejo** que não só anda como o **crustáceo** real, mas também entra no mar.



Fig. 109 - **CRAB**, um **robô caranguejo** (*crab robot*) da Universidade de Berkeley na Califórnia, Estados Unidos.

Robôs insectos.

Além das **aranhas**, já mencionadas na secção anterior, outros **insectos** são imitados por **robôs**. As **formigas** por exemplo, compõem parte da biomassa **animal** em muitos ambientes terrestres.

Duas características chaves do enorme êxito das **formigas** em viverem socialmente são a capacidade de cooperar e de executar uma divisão do trabalho eficiente.



Fig. 110 - **Formigas** reais, são capazes de cooperar e de executar uma divisão do trabalho eficiente.

São estas características que permitem as **formigas** executarem tarefas complexas numa variedade de ambientes diferentes e seriam de grande benefício para sistemas inteligentes artificiais, tal como agentes de software e **robôs autónomos**.

Portanto existe interesse em investigar e desenvolver métodos *bio-inspirados* para geração automática de cooperação e divisão de trabalho em sistemas artificiais, como por exemplo **robôs**.

O EPFL (*École Polytechnique Fédérale de Lausanne*) na Suíça desenvolve **robôs formigas** ("*ant robot*") chamados "*Alice*".

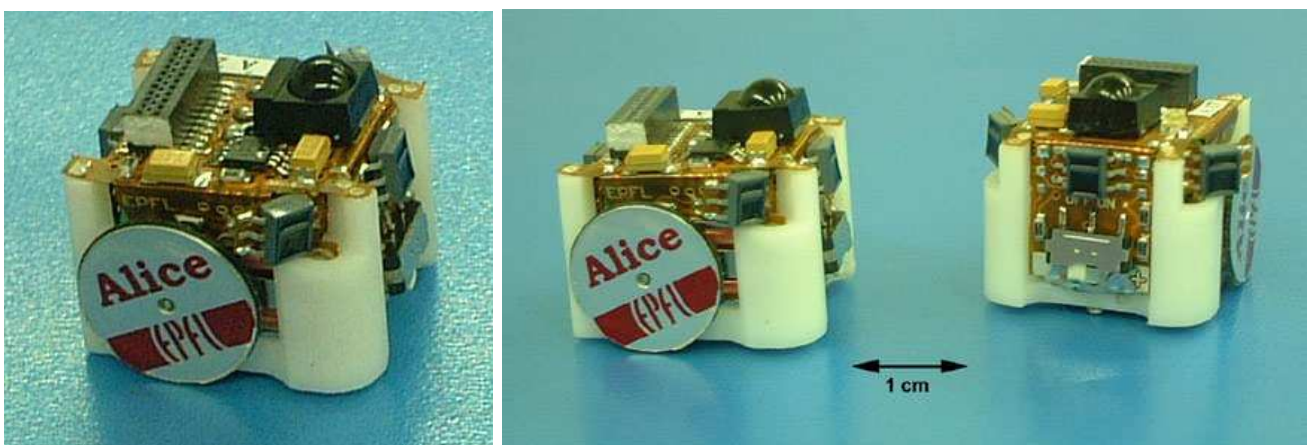


Fig. 111 - Os **robôs formiga** ("*ant robot*") *Alice*, do EPFL.

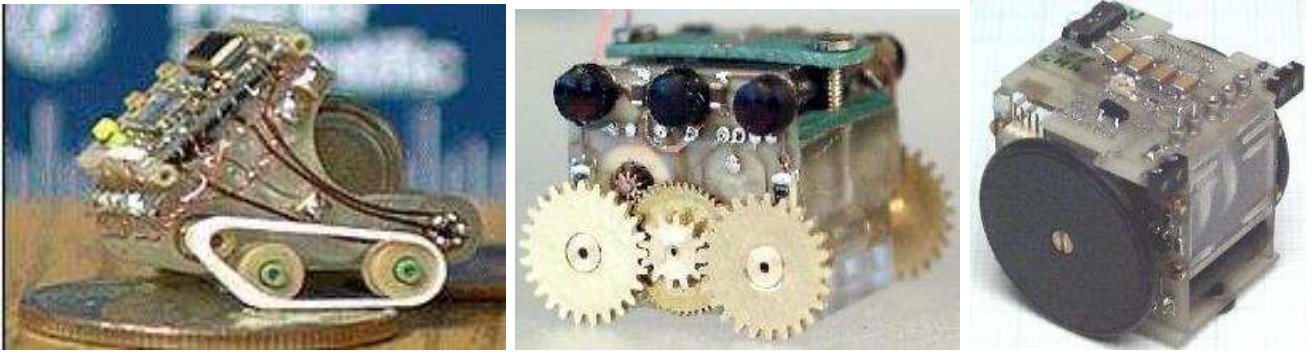


Fig. 112 - O mecanismo de um *robô formiga* (“ant robot”) *Alice*, do EPFL.



Fig. 113 - O tamanho minúsculo de um *robô formiga* (“ant robot”) *Alice*, do EPFL.



Fig. 114 - Os *robôs formiga* (“ant robot”) *Alice*, do EPFL.

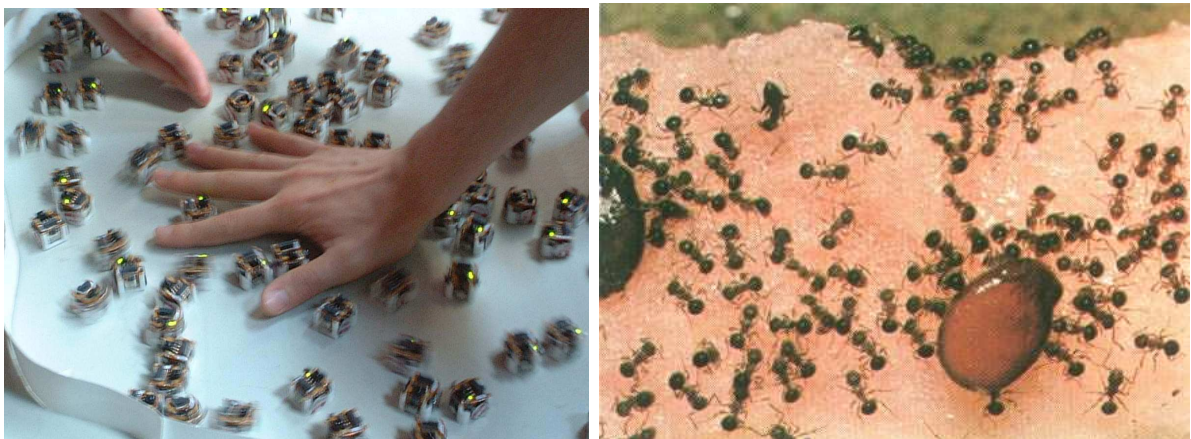


Fig. 115 - *Robôs formiga* (“ant robot”) *Alice*, do EPFL (à esquerda) e *formigas* reais (à direita).

Existem também outros **robôs formigas** (“*ant robots*”) desenvolvidos com o mesmo espírito é por exemplo o *Liam*, o *Sandia*, o *Smoothy*, etc mostrados nas figuras abaixo.



Fig. 116 - Os **robôs formiga** (“*ant robots*”) *Liam* e *Sandia*.

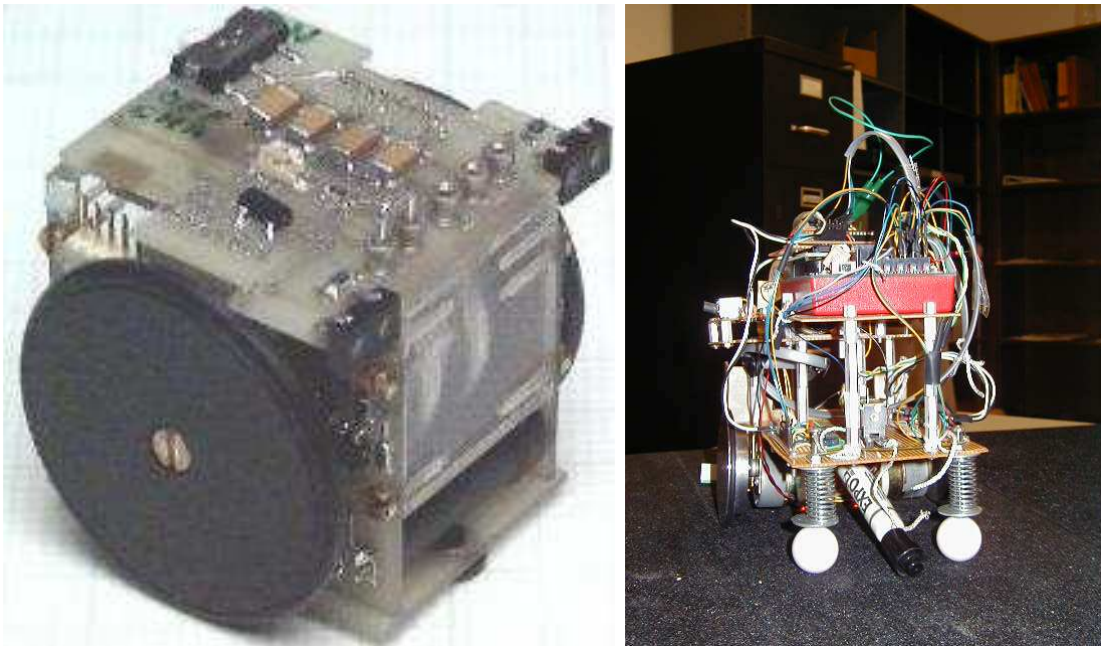


Fig. 117 - Os **robôs formiga** (“*ant robot*”) *Smoothy* e um outro *ant-robot*.

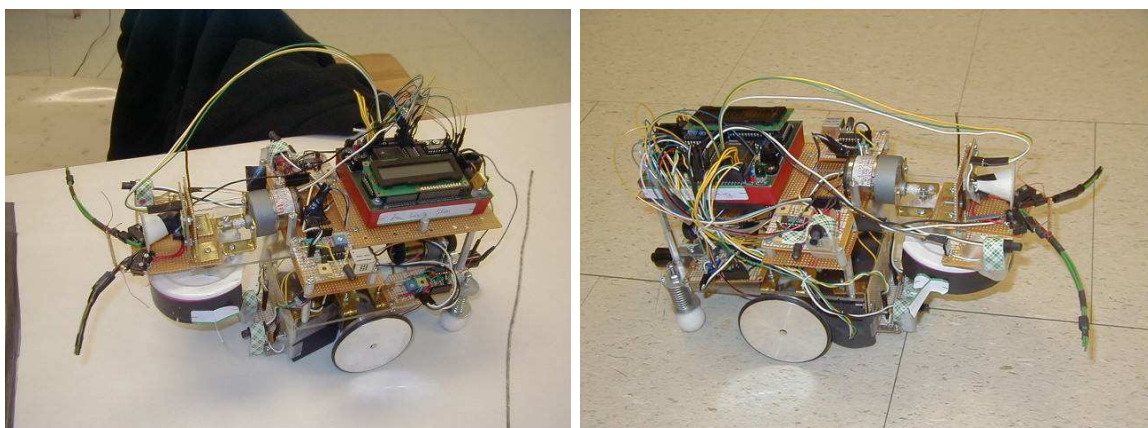


Fig. 118 - Detalhes de um **robô formiga** (“*ant robot*”).

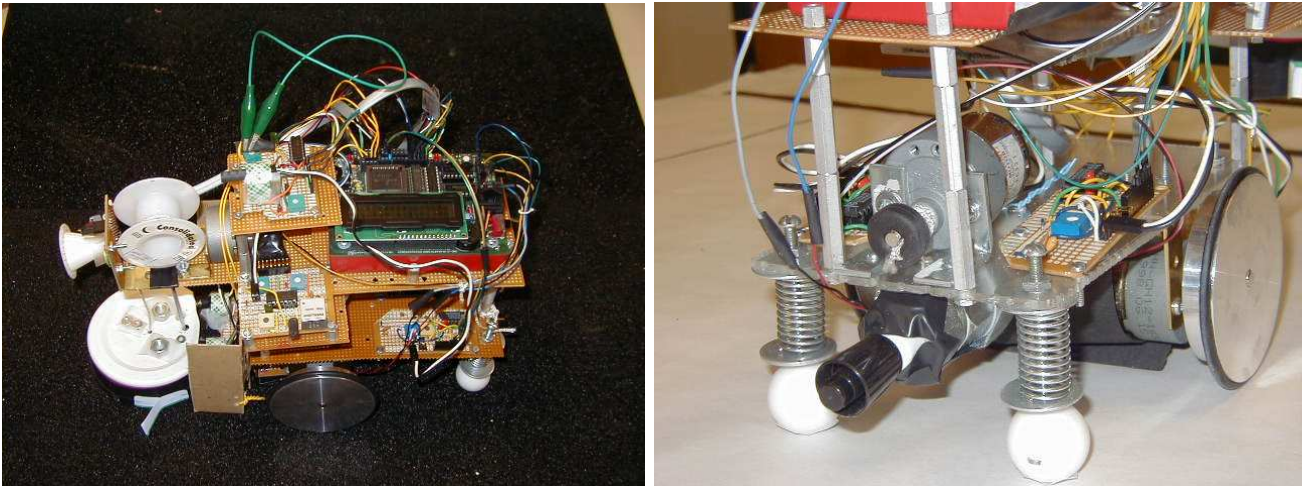


Fig. 119 - Detalhes de um *robô formiga* (“*ant robot*”).

Já a empresa Solarbotics desenvolveu o *robô* chamado *Black Vermin* que imita um *verme* ou *parasita*.

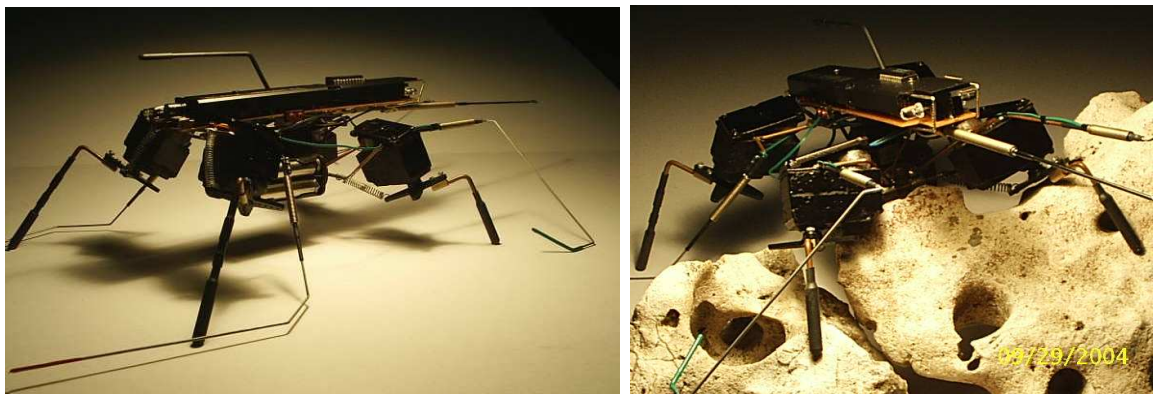


Fig. 120 - O *robô Black Vermin*, da empresa Solarbotics.

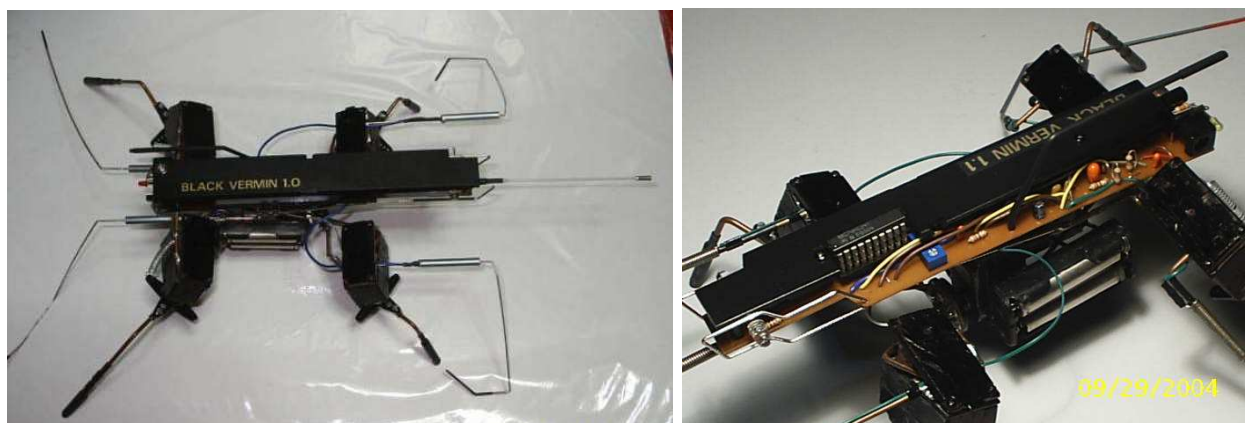


Fig. 121 - O *robô Black Vermin*, da empresa Solarbotics.

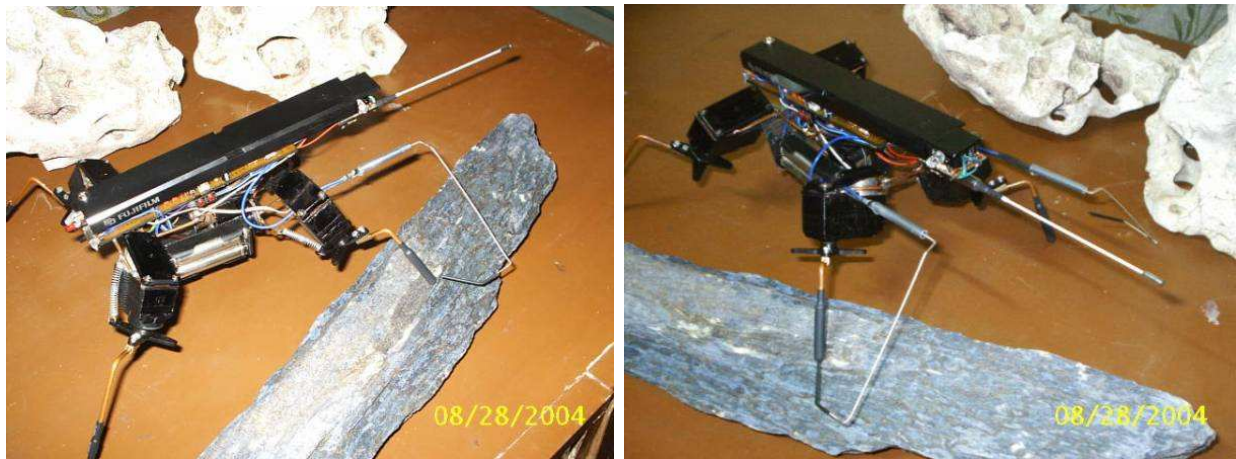


Fig. 122 - O *robô Black Vermin*, da empresa Solarbotics.

Baratas são *insectos* que muitos acham repugnantes. Entretanto é um dos bichos que também se imita com *robôs*.

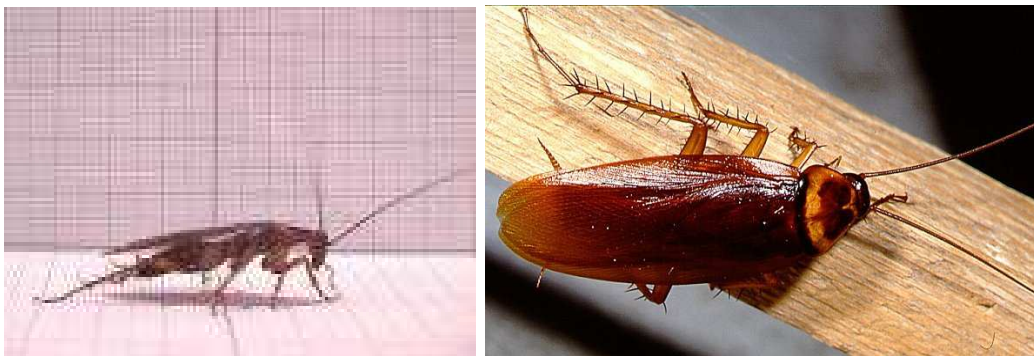


Fig. 123 - **Baratas** reais.

O Laboratório de Biorrobótica da Universidade Case Western (Case Western Reserve University) em Cleveland, Ohio nos Estados Unidos, criou um *robô barata* chamada *Ajax*.

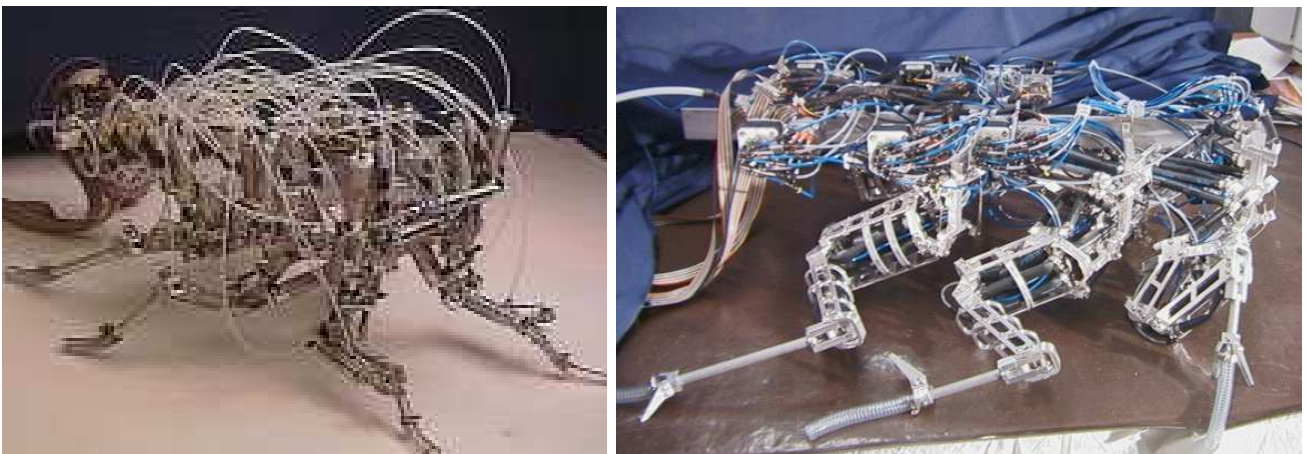


Fig. 124 - O *robô barata Ajax* do Laboratório de Biorrobótica da Universidade Case Western (Case Western Reserve University) em Cleveland, Ohio.

O objectivo é desenvolver projectos de modelização dos movimentos da **barata de Blaberus** (*Blaberus cockroach*), em especial das patas.

Ajax é na verdade 20 vezes o tamanho de uma **barata** real, usam actuadores pneumáticos para impulsionarem as suas patas que têm muitas juntas e 24 graus de liberdade.

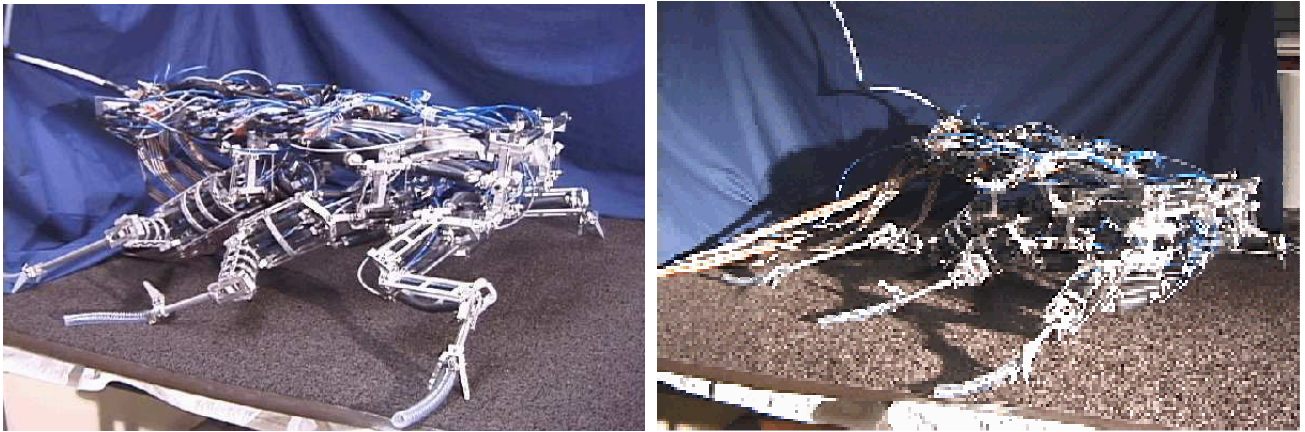


Fig. 125 - O **robô barata Ajax** do Laboratório de Biorrobótica da Universidade Case Western (Case Western Reserve University) em Cleveland, Ohio.

Este **robô** tem uma estabilidade passiva inerente a ele. Isto significa que se **Ajax** for perturbado então retornará naturalmente ao estado de equilíbrio.

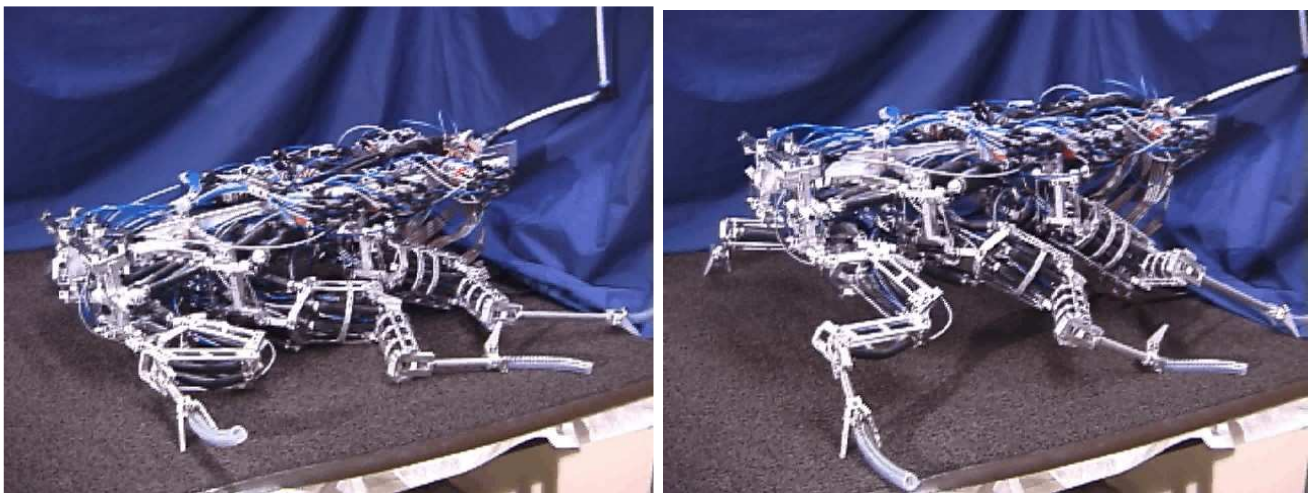


Fig. 126 - O **robô barata Ajax** do Laboratório de Biorrobótica da Universidade Case Western (Case Western Reserve University) em Cleveland, Ohio.

Ajax é capaz de manter a estância de trípode, isto é, sustentar o corpo em 3 patas, a do meio em um lado e as dos extremos (frente e traseira) do outro lado.

Isto é necessário para se alcançar o caminhar *trípode* do robô *Ajax*, isto é, alternando tripé com outro, semelhante ao andar do seu homólogo real (a *barata*).

O robô *Ajax* é capaz de carregar uma carga de até 2,5 kg nas suas costas.



Fig. 127 - Uma pata do robô *barata Ajax* com suas diversas juntas articuladas que dão no total 24 graus de liberdade.

Por fim, há também um protótipo de robô *insecto* da *Universidade de Carnegie Mellon* na Pensilvânia, nos Estados Unidos, que imita aquele *insecto* que por ser leve, consegue andar em cima d'água (*water strider robot*).

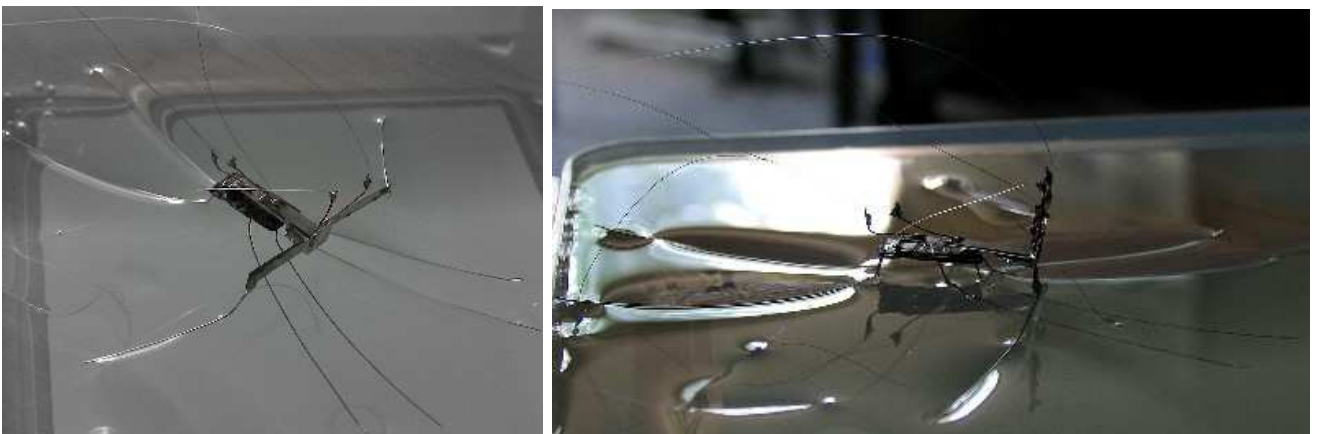


Fig. 128 - *Water strider robot*, um robô da Universidade de Carnegie Mellon que imita aquele insecto que anda em cima d'água.

Há também robôs que imitam *insectos* que voam e isto nós veremos na próxima secção.

Robôs que voam.

A Seiko & Epson juntas desenvolveram um protótipo de *robô* que imita um *insecto* que voa.

Chama-se "*Micro Flying robot*", pesa 8,9 gramas e funciona com uma bateria pequena de 3,5 Volts, como em certos relógios.



Fig. 129 - *Micro Flying*, o *robô* que voa da Seiko Epson.

Por outro lado a empresa Solarbotics também desenvolve um *robô* chamado *Dragonfly* que imita um *insecto* que voa.



Fig. 130 - *DragonFly*, um *robot* que voa da Solarbotics.

Existe também um *robô* chamado *Robofly* cuja ideia é que leve uma câmara para que tenhamos uma visão de um *pássaro* através deles.

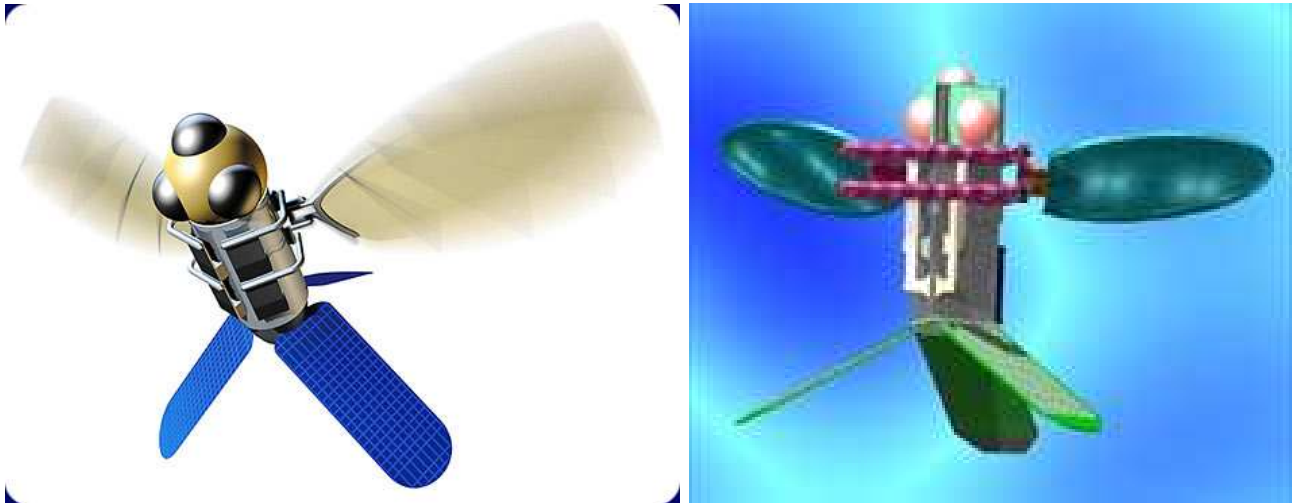


Fig. 131 - *Robofly*, um robô que voa.

Nós já vimos que existem *robôs* que voam (UAV, Unmanned Aerial Vehicles), ou seja, veículos aéreos não tripulados, que são aeronaves e helicópteros sem pilotos.

Entretanto, imitar o voo de um *pássaro* é muito complicado.

Existe um protótipo de *robô pássaro* (“*robotic bird*”) na Universidade de Delaware nos Estados Unidos para a Força Aérea americana (U.S. Airforce).

Ele é feito com *fibras de carbono* e controlado remotamente.

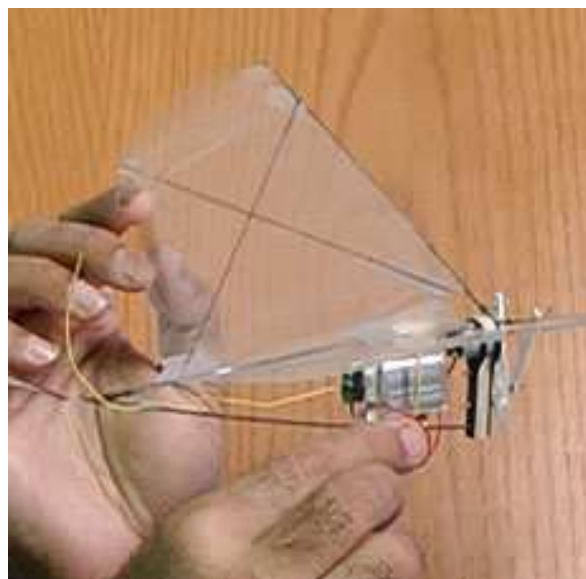


Fig. 132 - *Ave robótica* da Universidade de Delaware, Estados Unidos

A Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, em conjunto com a Universidade da Pensilvânia, ambas nos Estados Unidos, desenvolve um UAV que é um dirigível, ou seja, uma Zepelim autónomo.

Este *robô* Zepelim se chama *Enviroblimp* e, ao contrário de outros UAVs que vimos no capítulo 4, este *robô* não é para busca e salvamento.

Seu principal objectivo é a investigação em dirigíveis autónomos fazendo uso da energia solar como fonte de energia.

Mas o *Enviroblimp* também faz colecta de dados, especialmente com fins de previsão meteorológica. Estes dados tem alta resolução temporal e espacial. Através dos seu



Fig. 133 - O *robô* *Enviroblimp* desenvolvido na da Universidade Carnegie Mellon, em New Jersey, nos Estados Unidos. Usa energia solar e colecta dados para previsão meteorológica.

Robôs antropomórficos e Inteligência Artificial.

Os **animais** apresentam as mais variadas formas de interagirem com a natureza e por esta razão os **robôs antropomórficos não humanóides**, são formas da **robótica** se inspirar para criar aplicações originais para os **robôs**.

Embora os **animais** não sejam tão inteligentes como o homem, eles desempenham muitas tarefas específicas, às quais se especializaram durante milhões de anos de evolução.

Por esta razão os **robôs antropomórficos** por vezes têm que ter técnicas de Inteligência Artificial embutidas.

Existe um **robô** chamado **AMouse** (um *acrónimo* para “Artificial Mouse”, ou **rato artificial**). Trata-se de um **robô** sensorial, um projecto conjunto da Itália, Alemanha e Suíça.



Fig. 134 - Um **rato** real com os seus bigodes (whiskers) ultra-sensíveis.

Estes **robôs** “sentem” os objectos e suas texturas baseando-se nos super-sensíveis “bigodes” dos **ratos** (*whiskers*).

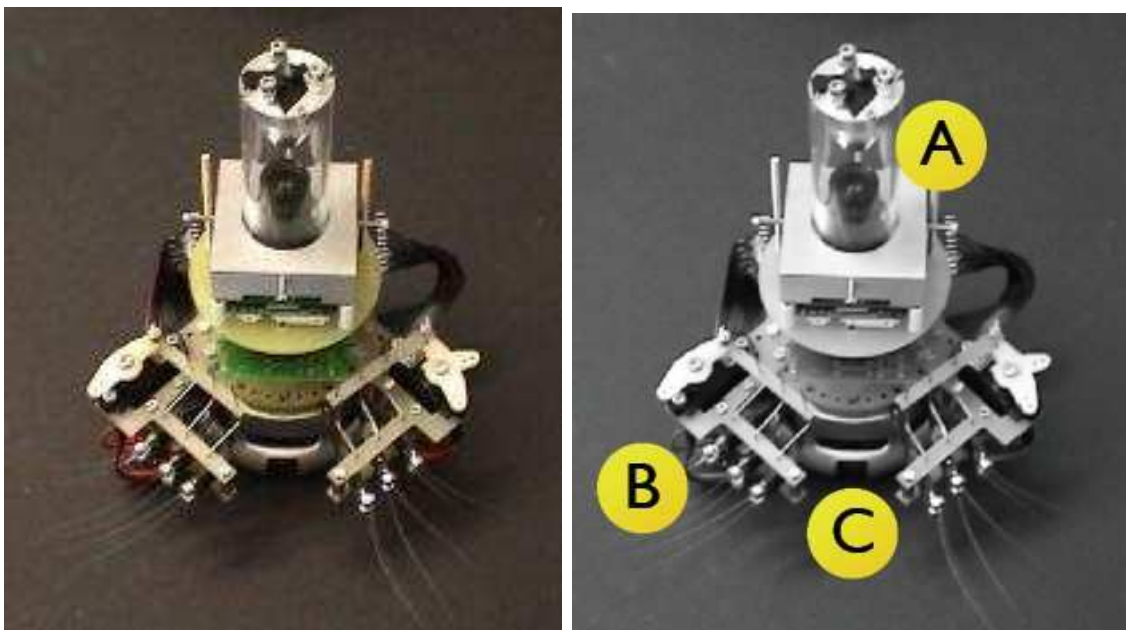


Fig. 135 - **Robô AMouse** com os seus sensores bigodes (whiskers).

Utilizando estes sensores bigode em conjunto com outros, como sensores acústicos, de *luz*, de *visão* (*câmaras*), etc. obtém-se um detalhamento dos dados colectados.

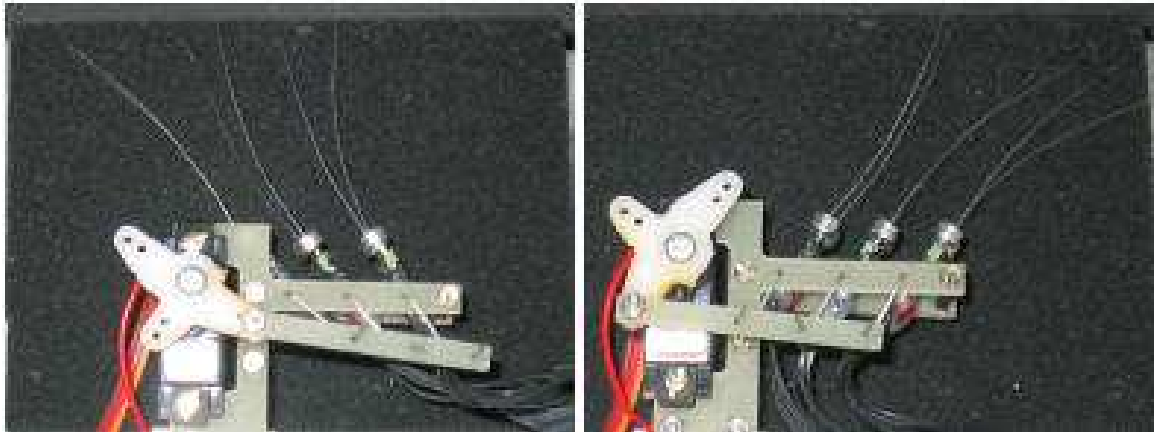


Fig. 136 - Os sensores bigodes (whiskers) do *robot AMouse*.

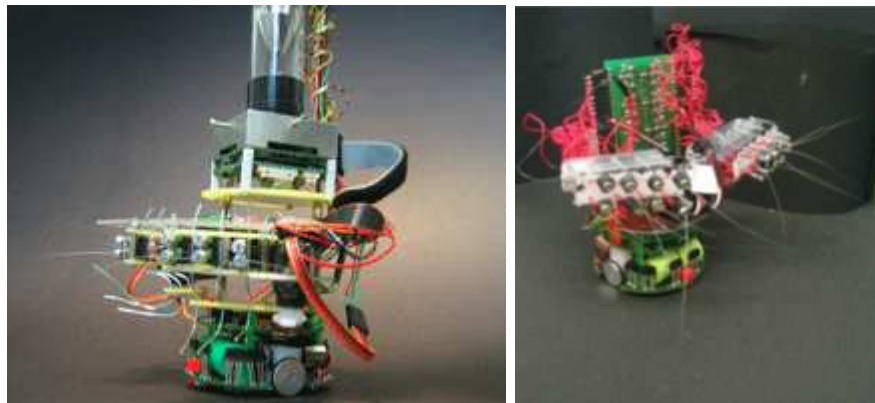


Fig. 137 - *Robô AMouse*.

A mistura de informações dos diversos sensores revela como as diferentes fontes de dados alteram umas às outras e como elas se combinam para oferecer uma percepção clara de qualquer objecto.

Em sistemas biológicos, a combinação de várias informações, tal como o *tacto* e a *visão*, reforça rotas neurais específicas. As rotas dominantes podem moldar o comportamento de uma forma característica.

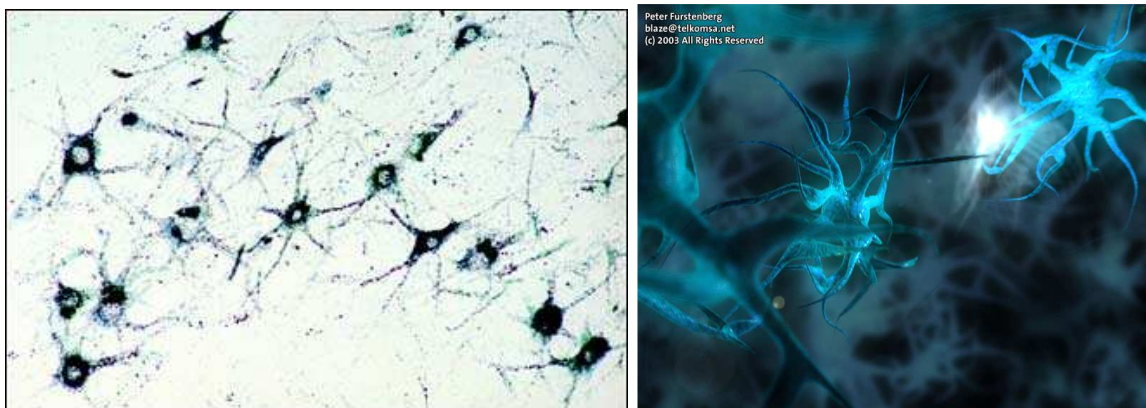


Fig. 138 - Os neurónios de um rato (à esquerda) e de um humano (à direita).

No **robô AMouse**, esse comportamento é uma espécie de “*sentido do lar*”, um comportamento natural de volta ao seu lugar de origem, sem que seja necessário programá-los para isso.

Depois de ligados, os **robôs** começam a se mover pela sala, mas sempre retornaram ao seu ponto de partida.

Esse comportamento poderá ajudar a construir **robôs** que evoluam, além de permitir aos pesquisadores entender melhor os princípios do comportamento humano.

Pode-se estudar rotas e codificação neural em uma máquina de uma forma que seria impossível fazer em um ser humano.

Em um **robô** é possível isolar uma rota neural específica para ver o que acontece aos outros **neurónios** quando nós accionamos um **neurónio** específico.

Em humanos, se nós estimulamos um **neurónio**, ele irá ocasionar mudanças em um grande número de outros **neurónios**, tornando impossível acompanhar o que está acontecendo.

Nesta mesma linha, um outro projecto em neurociência chamado POP (“*Perception on Purpose*”), está a ser desenvolvido com um robô chamado **UKoala** que imita um **Koala** e irá desempenhar comportamentos mais complexos que o **AMouse** para aos poucos procurar se entender melhor como o nosso cérebro funciona.

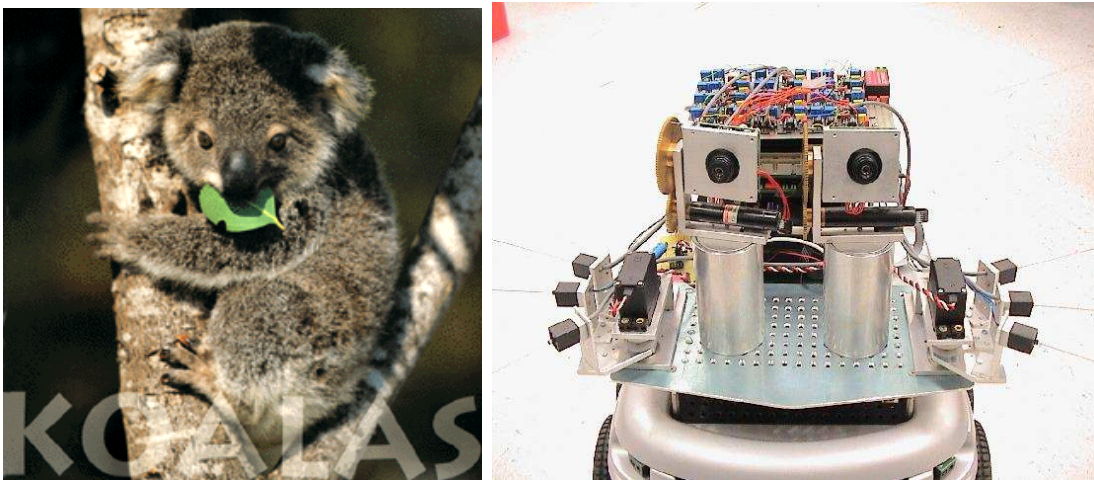


Fig. 139 - Um **Koala** real (à esquerda) e o **robô UKoala** (à direita).

---XXX---