

Robótica

J. A. M. Felipe de Souza

5. - Robôs na medicina

Robôs de apoio nos hospitais.

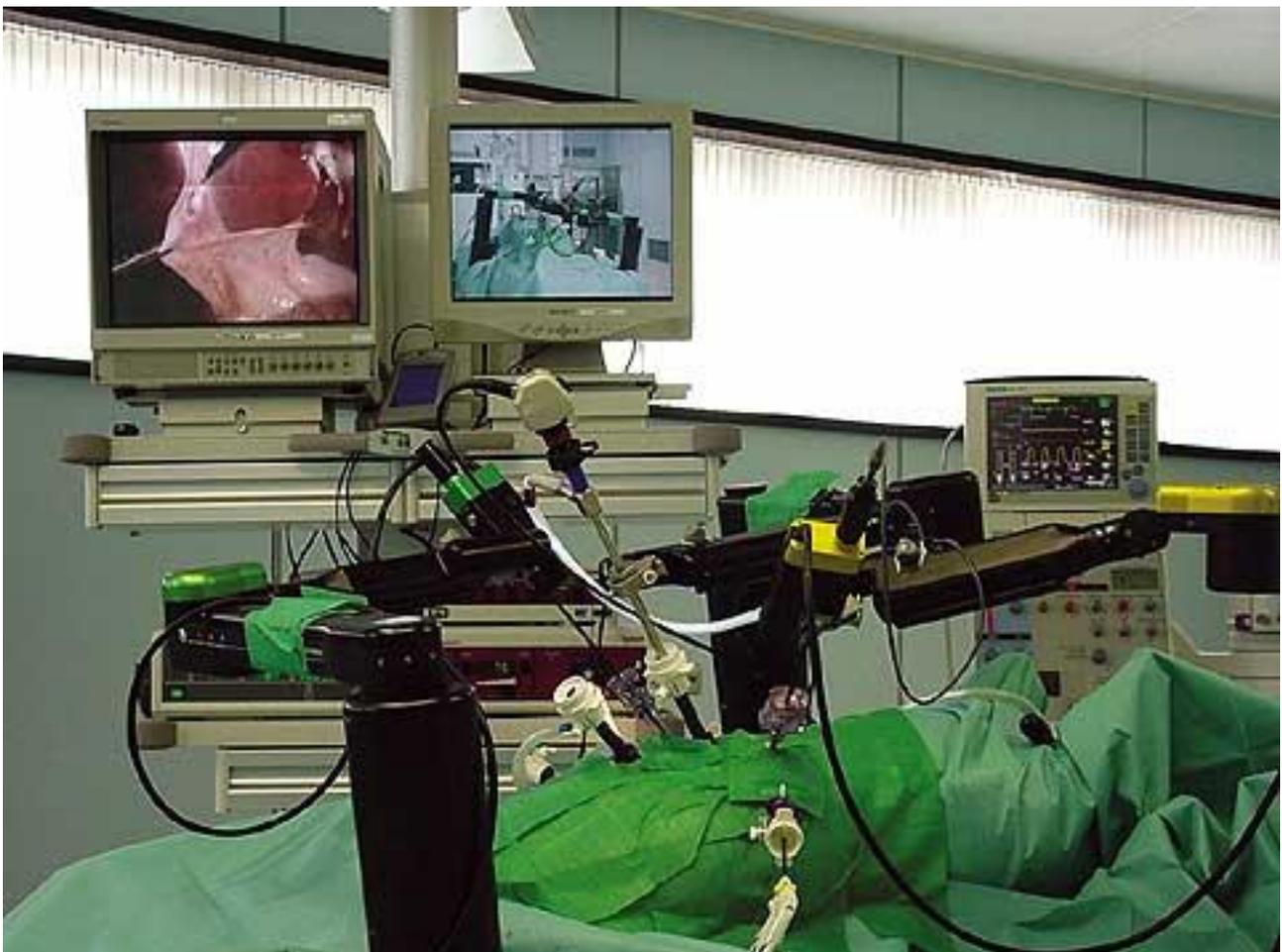
Robôs cadeira de rodas.

Robôs membros artificiais.

Robôs órgãos artificiais.

Robôs cirurgiões.

Telemedicina.



Robô em uma cirurgia médica.

Robôs na medicina

No campo da medicina e na área da saúde encontramos *robôs* de diversas formas:

- *robôs* de apoio à *idosos e deficientes*, como *cadeira de rodas automatizadas*;
- *robôs* *membros artificiais*;
- *robôs* *órgãos artificiais*;
- *robôs* que participam em *cirurgias*;
- *etc.*

Exceptuando talvez os *robôs* da fabricação de *fármacos e medicamentos* em geral, os *robôs* que actuam na medicina e na área da saúde também poderiam ser incluídos como *robôs não industriais* (que foi assunto do capítulo anterior). Entretanto, vamos dar a eles um capítulo especial.

Portanto, neste presente capítulo ilustramos algumas dessas aplicações acima de *robôs* na área da saúde.



Um *robô* que faz cirurgias médicas.

A medicina será ainda grandemente beneficiada, em um curto espaço de tempo, pela “*nanotecnologia*” com as aplicações da “*nano-robótica*”.

A “*nanotecnologia*” é o campo da ciência cujo objectivo é controlar individualmente átomos e moléculas para criar estruturas (*máquinas*, *chips*, etc.) milhares de vezes menores que a tecnologia disponível hoje permite.

Nós falaremos da “*nanotecnologia*” e de “*nano-robótica*” mais adiante no capítulo 10.

Robôs de apoio nos hospitais.

Médicos e enfermeiros são profissionais especializados. A maioria dos hospitais têm escassez de médicos e enfermeiros e por isso eles estão sempre muito ocupados.

Um apoio logístico dos *robôs* nos hospitais pode ser visto no *robô Helpmate* da empresa *Pyxis Corp* que se move autonomamente em hospitais transportando:

- refeições,
- medicamentos e
- roupa suja,

e libertando o pessoal auxiliar e de enfermagem para tarefas mais directamente relacionadas com os doentes.



Fig. 1 - *Robô Helpmate* da Pyxis Corp, empregado em hospitais.

Ele desloca-se ao longo dos corredores desviando-se das pessoas e dos obstáculos fixos ou móveis.

Para mudar de piso o *robô Helpmate* faz uso do elevador, o qual ele chama através de ligação por infra-vermelhos.

Outros *robôs* que dão apoio nos hospitais ajudam a eliminar erros médicos.

Os erros médicos matam mais que muitas doenças.

Anualmente nos Estados Unidos os *erros médicos* são a causa nº 4 de mortes, ficando a frente de outras causas de morte como: *diabetes*, *doenças pulmonares*, *AIDS*, *pneumonia* e *acidentes de automóveis*.

Logo, eliminar *erros médicos* salva muitas vidas. Por exemplo, assegurar que os pacientes recebem o *medicamento certo* na *dose certa* e na *hora certa*.

Robôs podem ajudar a fazer esta automação na distribuição de remédios em hospitais.

O *robô RX* construído pela empresa *McKesson* de San Francisco, na Califórnia foi projectado para trabalhar em hospitais e prepara as receitas dos pacientes (*pílulas*, *comprimidos*, etc.).

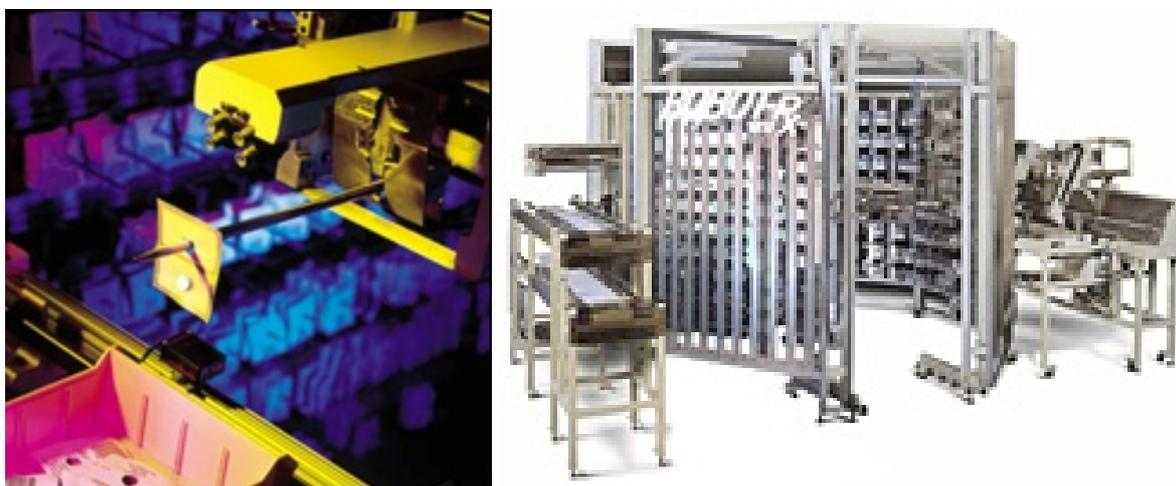


Fig. 2 - *Robô RX* da *McKesson*, usado para preparar receitas em hospitais.

Controlado por computador o *robô RX* coloca os medicamentos receitados pelos médicos em pacotes com um rótulo e um código de barras igual ao código de barras do pulso do paciente que deve tomá-las.

Desta forma a enfermeira pode verificar antes de administrar um remédio ao paciente e isso causa muito menos erros do que se fosse preparado por humanos.

Já o *robô AHC*, também da empresa *McKesson* é semelhante mas para o preparo dos medicamentos que são líquidos, gotas, etc.

O *robô IntelliFill* da empresa *ForHealth Technologies Inc.* também faz o mesmo mas para os medicamentos injectáveis, isto é, as seringas de injeção.

IntelliFill significa: *Intelligent Fill* (ou seja, “preenchimento inteligente”).



Fig. 3 - *Robô AHC* da *McKesson* usado para preparar receitas em hospitais.



Fig. 4 - *Robô IntelliFill* da *ForHealth Technologies Inc.* empregado para preparar receitas em hospitais.

Estes *robôs* já estão sendo usados em vários hospitais EUA. Eles também distribuem os medicamentos para vários pontos de recolha de medicamentos dentro do hospital.

A partir destes pontos os medicamentos podem ser levados aos pacientes pelo pessoal da enfermagem ou pelo *robô Helpmate* da Fig. 1.

Preparar receitas médicas não é uma tarefa difícil, entretanto requer atenção e acaba por ser um trabalho **monótono** quando isto é feito para muitos pacientes de um hospital, com remédios distintos, dosagens distintas e horas para serem administradas distintas.

Esses *robôs* que ajudam nas receitas médicas nos hospitais são trabalhadores de baixo custo mas de grande exactidão no que fazem e de grande confiabilidade.

Os *robôs* fazem o trabalho monótono de preparar as doses certas de todos os remédios dos que os pacientes têm que tomar e libertam as enfermeiras para outros trabalhos importantes no atendimento dos pacientes.

Esses *robôs* também deixam tudo documentado no computador e assim o médico (mesmo que seja de outro turno) pode acompanhar depois o histórico de um paciente: o que tomou, quanto tomou e quando tomou.

Os *robôs* também fazem o inventário dos medicamentos usados e alertam o hospital quando é necessário se abastecer com mais de cada medicamento.

Robôs cadeira de rodas.

Evidentemente não é qualquer cadeira de rodas que pode ser considerada um *robô*. Entretanto há cadeiras de rodas com características que a tornam um autêntico *robô*.

A cadeira de rodas *robotizada* Wheelesley criado pelo MIT, Massachusetts Institute of Technology nos Estados Unidos para pessoas deficientes.



Fig. 5 - Wheelesley, a cadeira de rodas *robotizada* desenvolvida pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology). À direita três fotos em fase de testes.

Esta cadeira de rodas faz uso de sensores colocados à volta dos olhos do utilizador e que registam o electro-ocolograma (EOG) que são sinais eléctricos que variam com o ângulo dos olhos na cabeça.

Desta forma o operador (*deficiente*) pode controlar a cadeira apenas com o *olhar*, ou melhor, com a *direcção do olhar*, fazendo-a andar, mudar de direcção ou mesmo parar.

A cadeira segue na direcção que é solicitada e para isso ela detecta obstáculos e os contorna.

Robôs membros artificiais.

Nesta sessão podem ser vistos outros exemplos de *robôs* de apoio aos deficientes: os *robôs* que são *braço(s)*, *mão(s)* ou *perna(s)* artificiais.

Claro, não é qualquer *prótese* que substitua um ou mais membros que é considerada um *robô*.

Ela deve ter *mecanismos robóticos* com sensores e actuadores, ser automatizada e ter um sistema de *realimentação (feedback)*.

Na verdade uma *prótese robótica* substitui acima de tudo os *músculos* (dos braços, das mãos ou das pernas) obedecendo comandos do seu utilizador deficiente.

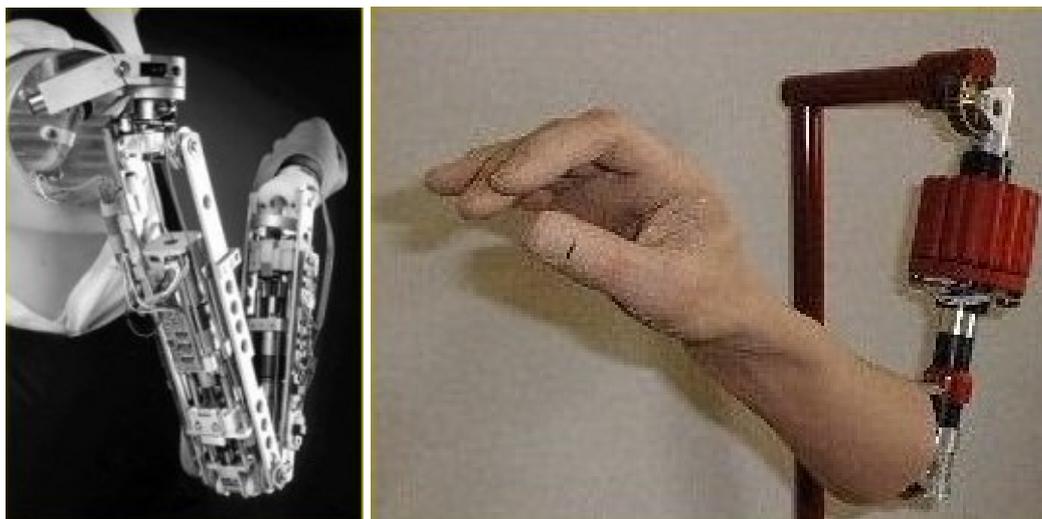


Fig. 6 - *Edinburgh Modular Arm System (EDMS)*, dois de muitos possíveis exemplos de *membros artificiais robóticos*. Médicos e engenheiros trabalhando juntos desenvolveram uma *prótese* para os membros superiores que usam *mecanismos robóticos*

Existem muitos exemplos de *membros artificiais robóticos* como o braço mecânico EDMS da Fig. 6 desenvolvido em Edimburgo, na Escócia.

Aplicações de *robôs* para os membros superiores, isto é, os braços, são muito comuns pois, afinal os *robôs* na indústria imitam de certa forma os nossos braços e portanto já há alguma certa experiência acumulada.



Fig. 7 - Alguns exemplos de *membros artificiais robóticos*. Um *braço robótico* que capaz de lutar "*braço de ferro*" (à direita) e um outro que capaz de *jogar ténis* (à esquerda).

Entretanto existem também *próteses robóticas* para as mãos e para as pernas também.



Fig. 8 - Membros artificiais robóticos. No caso, as pernas.

Para os *membros inferiores*, quando são para as duas pernas simultaneamente, e não para apenas uma delas, são necessários mecanismos um pouco mais complexos pois envolve o *equilíbrio do corpo*.



Fig. 9 - Mãos artificiais robóticas (mãos biônicas).

Evidentemente, os construtores destes *membros artificiais* também fazem um acabamento cosmético, com enchimentos e revestido com materiais que se assemelham à nossa pele, para não deixarem exposto o *mecanismo robótico*.

Os cientistas da área de neurociência investigam como se pode usar as nossas *ondas cerebrais* e a interface entre o nosso cérebro e o computador (“*brain computer interface*”).



Fig. 10 - *Brain-computer interface* (ondas cerebrais humanas captadas pelo computador).

Brain computer interface permite que pessoas, possivelmente deficientes motoras, operarem dispositivos eléctricos directamente com a actividade do cérebro.

Desta forma é possível para uma pessoa que não tenha as mãos, por exemplo, mover o cursor no ecrã do computador, ligar e desligar a televisão ou controlar *membros robóticos artificiais* (i.e., braços e mãos mecânicas).

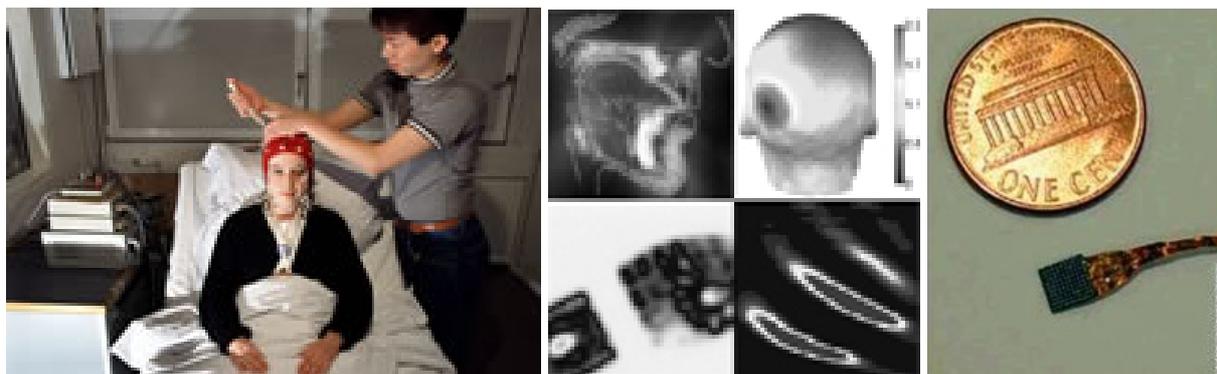


Fig. 11 - Implantação de um chip na cabeça. *Brain-computer interface* (ondas cerebrais humanas captadas pelo computador).

Cientistas de *neurociência* da *Brown University* (*Universidade de Brown*) nos Estados Unidos têm implantado em pacientes pequenos chips de apenas 4 mm² (menor que uma moeda de 1 cêntimo) na superfície do cérebro no córtex motor, que é a zona responsável pelo controlo e coordenação da motricidade voluntária.

Este chip tem mais de 100 eléctrodos minúsculos que detectam actividade eléctrica neuronal e desta forma o paciente deficiente físico ganha uma melhoria significativa na sua habilidade de interagir com o mundo.

Ele pode não apenas movimentar os seus *braços robóticos*, mas também, por exemplo, ler os seus e-mail's no computador sem usar o rato.

Robôs órgãos artificiais.

Não são apenas para os membros que constroem *próteses robóticas*.

Existem também *órgãos artificiais* que funcionam *automatizados* e por isso também considerados *artefactos robóticos*.

Só para mencionar alguns: o *coração*, os *pulmões*, os *rins*, o *estômago*, o *pâncreas*, o *fígado*.



Fig. 10 - O primeiro *coração artificial*, construído no Texas, EUA, em 1981.

O primeiro *coração artificial* foi construído em Houston, no Texas, Estados Unidos, por um médico japonês, o Dr. Akutson, em 1981.

Alguns destes *órgãos artificiais* não precisam ser colocados dentro do corpo do paciente para funcionarem como um substituto do órgão original do paciente.



Fig. 11 - Um *coração artificial* humano.

Isto é o caso dos *pulmões* ou mesmo dos *rins artificiais* (tratamentos de *hemodiálises*).



Fig. 12 - Um *rim artificial*, máquina de *hemodiálise*.

Existem até mesmo *corações artificiais* que são usados fora do corpo humano por pequenos períodos na mesa operatória do hospital por exemplo, quando é necessário que interrompa o funcionamento do coração natural do paciente.

Muitas vezes na literatura e no cinema associam o termo “*biônico*” a pacientes que têm membros ou *órgãos artificiais*.

Na verdade, na ficção falam com frequência, com um certo exagero, de uma pessoa *biônica*, referindo-se a uma pessoa com super poderes pois tem membros e *órgãos artificiais* “*melhorados*”.

Robôs cirurgiões.

A *Robótica* tem vindo a aumentar suas aplicações na *cirurgia*.

Robôs já foram usados em diversas cirurgias médicas no *coração* (como no reparo de válvulas cardíacas), nas *artérias* (cirurgias cardiovasculares), no *estômago*, na *bexiga*, nos *rins*, na *próstata* e até no *cérebro* (neurocirurgias estéereotáxicas ou rádio cirurgias).

Portanto *robôs cirurgiões* são hoje usados pelos médicos para auxiliarem em algumas operações delicadas e que precisam de muita exactidão.

Na realidade os *robôs* possuem um inigualável controlo e precisão de instrumentos cirúrgicos com um procedimento invasivo mínimo no corpo humano.

Como nos *robôs* industriais, as minúsculas ferramentas na ponta destes *robôs cirurgiões* podem ser trocadas para diferentes cirurgias ou mesmo para diferentes etapas de uma mesma cirurgia.



Fig. 13 - O cirurgião move o *robô* usando os controlos remotamente. As ferramentas minúsculas na ponta do braço robótico movem-se acompanhando os movimentos da mão humana mas têm a capacidade de filtrar os tremores desta.



Fig. 14 - *Neurocirurgia estereotáxica* com *robôs*: um método minimamente invasivo de cirurgia cerebral quando a doença está sendo causada por uma alteração patológica que pode ser localizada em uma área particular e restrita do cérebro, como tumores de cérebro, desordens vasculares congénitas, focos epilépticos, a doença de Parkinson, angiomas, etc.

A empresa *EndoVia Medical*, de Bóston permite que os visitantes de seu centro de ciência e tecnologia (*Science and Technology Center*) experimentem operar com estes *robôs cirurgiões*.



Fig. 15 - *Robô* cirurgião “*da Vinci*” em cirurgias médicas.

Existe um *robô* cirurgião chamado “*da Vinci*” que têm as dimensões comparáveis com a de um lápis e reproduz dentro do paciente que está sendo operado os movimentos das mãos do médico cirurgião experiente que o controla remotamente.



Fig. 16 - *Robô* cirurgião “*da Vinci*” em cirurgias médicas.

O médico cirurgião opera os controles do *robô* e acompanha tudo através de um ecrã de TV em 3D alta resolução ligado à uma câmara miniatura que o *robô* leva consigo.

Embora o *robô* cirurgião “*da Vinci*” seja pequeno, o aparato que o acompanha para ele poder ser controlado é grande.

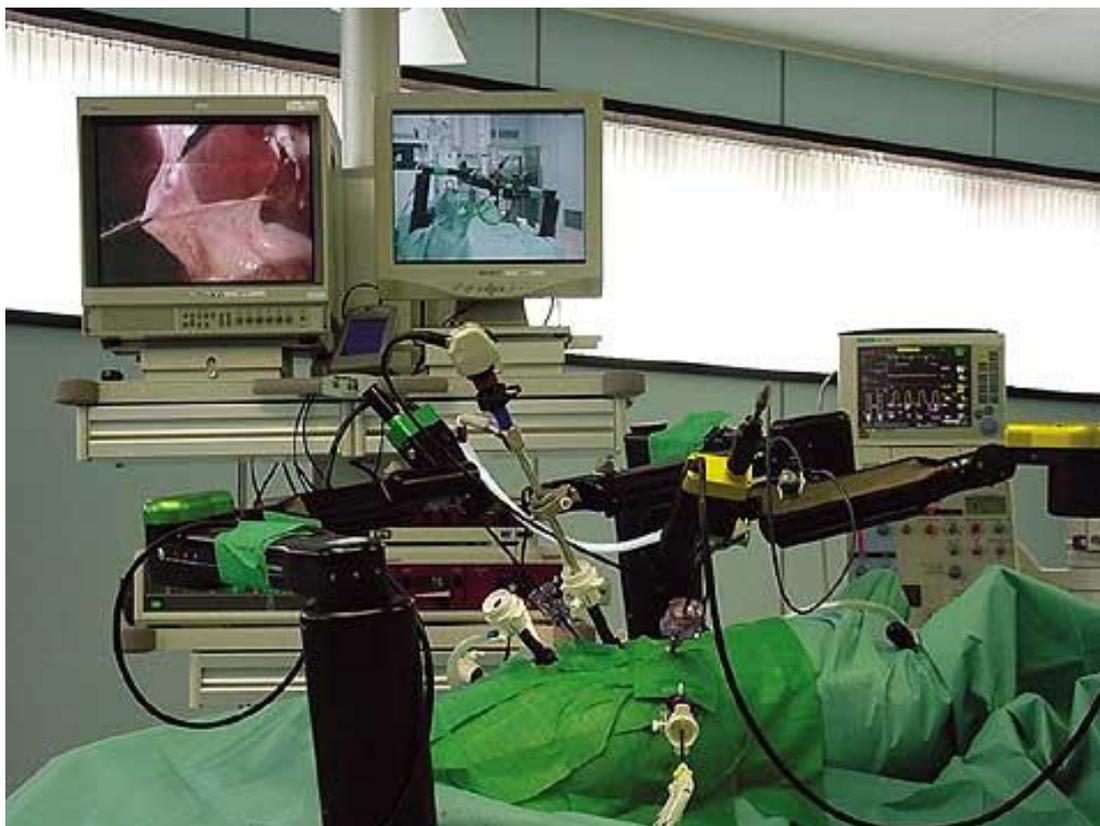


Fig. 17 - *Robô* cirurgião “*da Vinci*” em cirurgias médicas.



Fig. 18 - O médico cirurgião opera os controles do *robô* cirurgião “*da Vinci*” em cirurgias médicas.



Fig. 19 - *Robô* cirurgião “*da Vinci*” auxiliando médicos em cirurgias médicas.

O *robô* cirurgião “*da Vinci*” é programado de forma a se ajustar para compensar o tremor natural da mão humana e é capaz de fazer movimentos minúsculos com uma precisão enorme.



Fig. 20 - O *médico cirurgião* também pode operar o *robô cirurgião* “*da Vinci*” de uma console ergonômicas. Aqui ele vê o campo operacional virtualmente em 3D. Os braços do *médico cirurgião* descansam em apoios de forma que a mão fique livre e relaxada. Os pés também movimentam pedais que têm funções no *robô cirurgião*.

Outra vantagem é que a incisão feita no paciente para entrar o *robô* cirurgião é bem menor que fosse para o médico cirurgião operar.

Isso porque os *robôs* podem trabalhar através de aberturas cirúrgicas muito menores do que a mão humana necessita.

Com isso o paciente perde menos sangue que perderia numa cirurgia tradicional e fica com uma cicatriz menor, tendo portanto uma recuperação mais rápida.

Os pulsos do *robô* são como os pulsos de um humano só que com 7mm em tamanho. Eles podem mover-se em qualquer direção, permitem alcançar aqueles cantos difíceis e também cortar com muita exactidão.

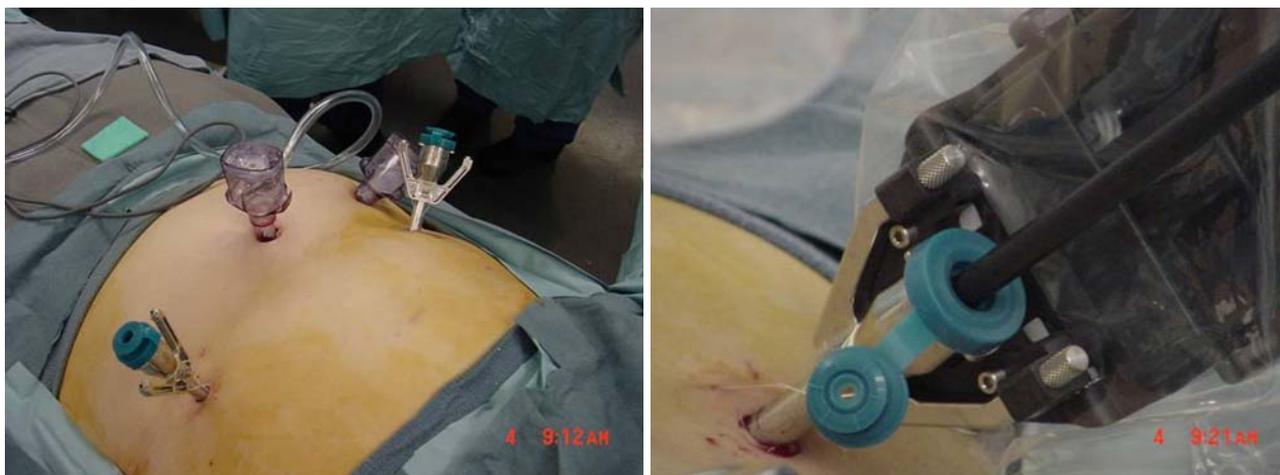


Fig. 21 - Os três instrumentos do *robô cirurgião* “*da Vinci*” são inseridos no peito ou no abdômen do paciente que são distendidos com gás (*dióxido de carbono*) para dar ao *médico cirurgião* espaço de manobra para operar com o *robô cirurgião*.

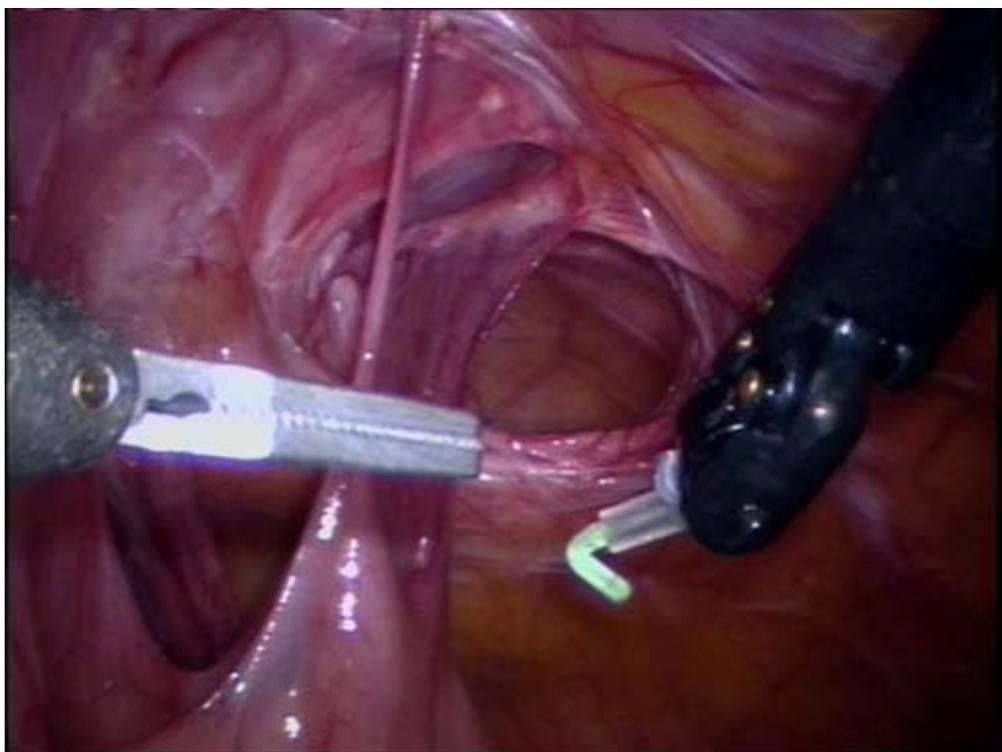


Fig. 22 - Dois instrumentos do *robô cirurgião* “*da Vinci*” no abdômen do paciente. O instrumento da esquerda agarra e afasta (*Cadiere grasper*), o da direita (*electrocautery hook*) corta o tecido.

Outro detalhe: cirurgias podem durar por várias horas. Isso por vezes é cansativo para os médicos cirurgiões que ficam susceptíveis a cometerem erros ou perder a precisão nas mãos.

Operar o *robô* remotamente com uma imagem ampliada é muito mais relaxante para o cirurgião.

Já o *robô cirurgião* nunca se cansa. *Robôs* não sentem fadiga e não perdem a precisão.

Os **robôs** podem também efectuar tarefas que causam riscos ao cirurgião, como pacientes infectados, colocação de sementes radioactivas, etc.

Este **robô** cirurgião “**da Vinci**” é construído pela empresa Intuitive Surgical da Califórnia e custa mais de 1,5 milhões de dólares.

Ele está em uso em dois hospitais em Londres: Guy's Hospital e St Thomas' Hospital e em alguns nos Estados Unidos: o Centro Médico da Universidade de Michigan (*University of Michigan Medical Center*), em Ann Arbor, Michigan, e o Centro Médico Johns Hopkins (*Johns Hopkins Medical Center*), na Universidade de Johns Hopkins, em Baltimore, Maryland.

Os Centros Médicos da Universidade de Michigan e de Johns Hopkins (ambos nos EUA) são centros de excelência em cuidados médicos, na formação médica e na investigação em medicina.



Fig. 23 - Centro Médico da Universidade de Michigan nos Estados Unidos, um outro hospital que usa **robôs** em cirurgias médicas.



Fig. 24 - Centro Médico Johns Hopkins em Baltimore nos Estados Unidos, um outro hospital que usa **robôs** em cirurgias médicas.

Os dois hospitais em Londres: Guy's Hospital (fundado em 1721) e St Thomas' Hospital (originalmente estabelecido em 1215) têm grande tradição e estão ligados a maior Faculdade de Medicina do Reino Unido (*King's College London School of Medicine*).



Fig. 25 - Guy's Hospital em Londres um dos hospitais que usam *robôs* em cirurgias médicas.

O St Thomas' Hospital fica situado no rio Tamisa do outro lado do Parlamento britânico, o Palácio de Westminster e do famoso relógio do Big Ben.

Ele já foi totalmente remodelado e muito pouco resta do seu prédio original que virou museu.



Fig. 26 - St Thomas' Hospital em Londres, situado no rio Tamisa do outro lado do Parlamento britânico e do *Big Ben*, um dos hospitais que usam *robôs* em cirurgias médicas.

Existem outros *sistemas robóticos* semelhantes ao “*da Vinci*” para cirurgias médicas como o **ZEUS Robotic Surgical system** construído pela empresa Douglas Boyd, de Maryland nos EUA e que custa cerca de 750 mil de dólares.

Existe também *sistemas robóticos* chamado **Hermes**, para auxiliar em cirurgias permitindo o comando por voz (*Hermes Voice Activated Operating Room*).

Com o **Hermes** o *médico cirurgião* pode, com a sua voz, controlar a intensidade de luz da câmara, subir e descer a cama (ou a *mesa de operação*), ligar e desligar certos aparelhos e até falar ao telefone no meio da operação (para uma consulta se for preciso).

Um outro *sistema robótico* que ajudam em cirurgias médicas permitindo o comando de voz é o **AESOP Robotic Surgical system** (**A**utomated **E**ndo-

scopic System for Optimal Positioning) construído pela empresa Computer Motion Inc., Santa Barbara, Califórnia nos EUA.

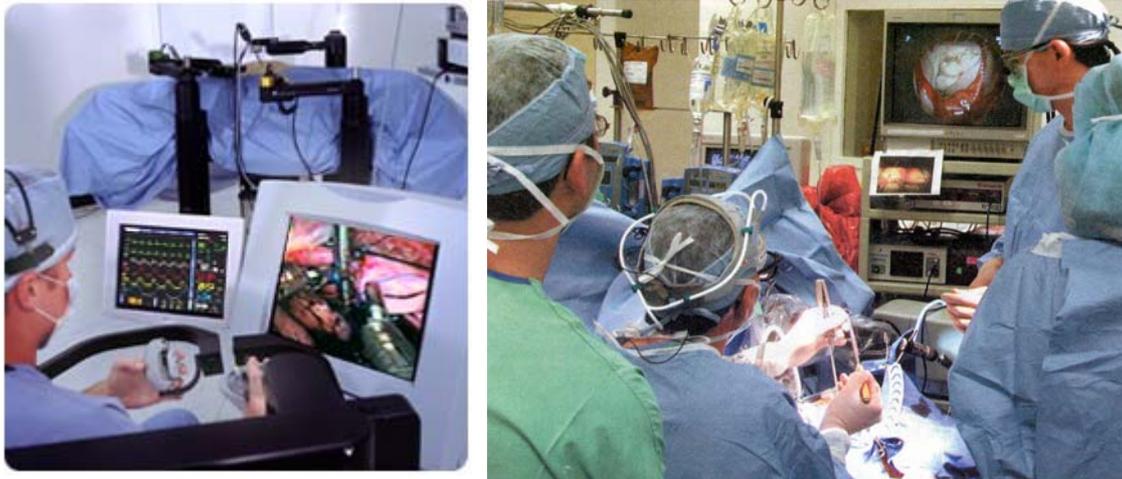


Fig. 27 - *Robô cirurgião “Zeus”* (à esquerda) em uma cirurgia médica e o sistema “*AESOP 3000*” (à direita) sendo operado em uma outra cirurgia onde recebe comandos por voz do *médico cirurgião*.

O *robô cirurgião AESOP* pode levar um endoscópio na sua ponta com uma firmeza e estabilidade que nenhum humano seria capaz.

Ele responde a ordens por voz do *médico cirurgião*.

Os sistemas robóticos *AESOP* e o *robô cirurgião “da Vinci”* podem operar em conjunto numa mesma cirurgia. Um fazendo a endoscopia e o outro fazendo a cirurgia propriamente dita.



Fig. 28 - *Robô cirurgião “AESOP 3000”* sendo operado em conjunto com o *robô cirurgião “da Vinci”* em uma cirurgia.

Telemedicina.

Operar o *robô cirurgião* remotamente pode ser com o *médico cirurgião* na mesma sala ou em outro hospital ou em outra cidade ou em outro país.

Isso é chamado de tele-presença do *médico cirurgião*.

A tele-presença tem aplicações militares, por exemplo, em feridos no campo de batalha. Podem ser operados por um *médico cirurgião* no hospital sem precisar deslocar-se para onde está sendo o combate.

Também é possível a tele-colaboração, quando mais de um *médico cirurgião* (podendo ser de hospitais diferentes), participam da mesma operação.

Há ainda a formação e treino de *médicos cirurgiões* a distância e a disseminação de técnicas de operação por cirurgiões especialistas. Neste caso o *médico cirurgião* instrutor remoto é chamado de tele-mentor.

Existe um *sistema robótico* para tele-colaboração em cirurgias. Este sistema é chamado SOCRATES (*SOCRATES Robotic Telecollaboration System*) e permite a tele-presença e o tele-mentor.

A tele-presença, a tele-colaboração e o tele-mentor são assuntos que dizem respeito à telemedicina, ou seja, medicina remota, com o uso de recursos virtuais.



Fig. 29 - *Médico robô virtual RP6* fazendo visitas aos leitos de pacientes no hospital.

Alguns hospitais como o St Mary's Hospital em Londres já usam um sistema de médicos robôs virtuais *RP6* desenvolvido no *Imperial College of London*

(*Faculdade Imperial de Londres*) para visitar os pacientes nos seus leitos do hospital.

Portanto é a *telepresença*, ou a presença remota do médico, mas agora para consultas, ou visitas médicas, e não para cirurgias.

O nome *RP6* significa que é o modelo nº 6 dos robôs *RP* (*Remote Presence*, ou seja, “*presença remota*”).



Fig. 30 - *Médico robô virtual RP6* percorrendo os corredores do hospital para fazer visitas a pacientes nos seus quartos e nos seus leitos.



Fig. 31 - *Médico* controla remotamente o *robô RP6* e faz visitas aos seus pacientes.

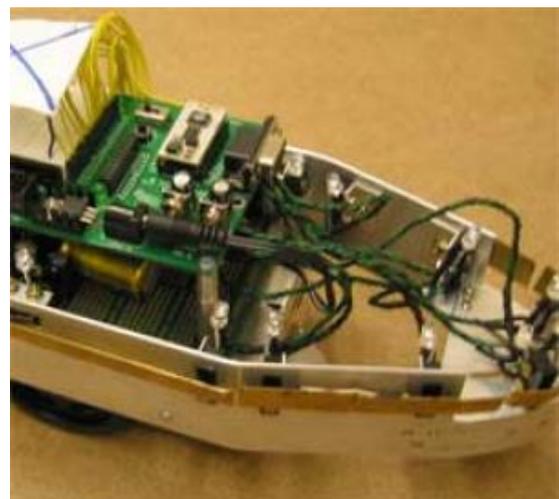


Fig. 32 - *Base robótica* do *RP6*.

O robô *RP6* de presença remota permite o médico especialista visualizar e se comunicar com um paciente de qualquer parte do mundo através da máquina, usando a tecnologia de rede sem fios (ou “*wireless*”).

O médico pode ver também imagens de raio X, os resultados dos exames feitos pelo paciente, etc. O paciente vê a face do médico no ecrã que é a face do robô.

Embora o robô não examina fisicamente o paciente, ele permite o contacto face a face entre doutor e paciente.

Isso permite o acesso mais rápido de um paciente com um especialista em outro hospital.

Permite também que um médico cirurgião que foi fazer uma cirurgia num hospital depois acompanhe o progresso do seu paciente operado do seu próprio hospital.

A telemedicina poderá possibilitar um melhor atendimento em cidades, vilas e aldeias onde os hospitais têm falta de especialistas.

Os dois robôs *RP6* do St Mary's Hospital em Londres são carinhosamente chamados de *Sister Mary* (que significa “*Irmã Maria*”) e *Dr. Robbie*.



Fig. 13 - St Mary's Hospital em Londres um dos hospitais que usam robôs de telemedicina.

---XXX---

