

CIRURGIA ROBÓTICA: ASPECTOS BIOÉTICOS

Robotic surgery: bioethical aspects

Rodrigo SIQUEIRA-BATISTA^{1,2,3}, Camila Ribeiro SOUZA², Polyana Mendes MAIA², Sávio Lana SIQUEIRA³

Trabalho realizado no ¹Programa de Pós-graduação em Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ; ²Departamento de Medicina e Enfermagem, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG; e no ³Núcleo de Estudos em Ciências Médicas, Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga, Ponte Nova, MG, Brasil.

DESCRITORES - Bioética. Cirurgia. Ética. Robótica.

Correspondência:

Rodrigo Siqueira-Batista.
E-mail: rsiqueirabatista@yahoo.com.br

Fonte de financiamento: CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Conflito de interesse: não há

Recebido para publicação: 16/06/2016

Aceito para publicação: 13/09/2016

HEADINGS - Bioethics. Surgery. Ethics. Robotics

RESUMO – Introdução: A utilização de robôs em procedimentos cirúrgicos tem sido cada vez mais frequente na atualidade, o que permite a emergência de inúmeras questões bioéticas nesse âmbito. **Objetivo:** Apresentar revisão sobre os aspectos éticos dos usos de robôs em cirurgia. **Método:** Realizou-se revisão nas bases de dados Pubmed, SciELO e Lilacs cruzando-se os descritores “bioética”, “cirurgia”, “ética”, “laparoscopia” e “robótica”. **Resultados:** Do total de citações obtidas, selecionou-se 17 artigos, os quais foram utilizados para a elaboração do artigo. Ele contém breve apresentação sobre a robótica, sua inserção na saúde e os aspectos bioéticos da utilização dos robôs em procedimentos cirúrgicos. **Conclusão:** A cirurgia robótica é uma realidade, hoje, em muitas unidades hospitalares, o que torna essencial a reflexão bioética sobre as relações entre profissionais da saúde, autômatos e pacientes.

ABSTRACT - Introduction: The use of robots in surgery has been increasingly common today, allowing the emergence of numerous bioethical issues in this area. **Objective:** To present review of the ethical aspects of robot use in surgery. **Method:** Search in Pubmed, SciELO and Lilacs crossing the headings “bioethics”, “surgery”, “ethics”, “laparoscopy” and “robotic”. **Results:** Of the citations obtained, were selected 17 articles, which were used for the preparation of the article. It contains brief presentation on robotics, its inclusion in health and bioethical aspects, and the use of robots in surgery. **Conclusion:** Robotic surgery is a reality today in many hospitals, which makes essential bioethical reflection on the relationship between health professionals, automata and patients.

INTRODUÇÃO

“Primeira lei: Um robô não pode ferir um ser humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal; Segunda lei: Um robô deve obedecer as ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens entrem em conflito com a Primeira Lei; Terceira lei: Um robô deve proteger sua própria existência desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e/ou a Segunda Lei.”

Asimov I. Eu, robô⁴

Os robôs, pensados originalmente no campo da ficção científica, têm sido artefatos cada vez mais presentes nas sociedades humanas contemporâneas. De fato, tais máquinas têm adquirido espaço dentro dos mais diversos setores profissionais, desempenhando tarefas de repetição e que exijam precisão elevada, muitas vezes em situações com elevado grau de periculosidade²⁹.

A indústria tem sido particularmente fecunda no emprego de robôs, especialmente nas esferas automobilística, nuclear e espacial. Na indústria automobilística, a “mão de obra robótica” está consolidada há anos, contribuindo para importante aumento da produtividade nesse setor³². Em ambientes insalubres – nucleares e espaciais – essa mão de obra tem seu uso em crescimento, tendo em vista, especialmente, a segurança dos trabalhadores humanos³².

No âmbito da saúde, o desenvolvimento de robôs ocorreu para auxiliar algumas tarefas consideradas básicas. O sistema robótico de apoio hospitalar Helpmate da empresa Pyxis Corp, San Diego, Califórnia, USA, por exemplo, move-se transportando medicamentos, refeições, outros utensílios e equipamentos. Pode ser eficaz para todas as áreas hospitalares, e permite que os profissionais executem outras funções nas quais têm papel insubstituível. Já os robôs RX e AHC, ambos da empresa McKesson de San

Francisco Califórnia, USA, foram projetados para preparar medicamentos para aplicação enteral e parenteral¹². Contudo, o campo cirúrgico é o que mais tem se aproveitando dessas novas tecnologias¹, destacando-se o emprego de sistemas robóticos modernos, compostos por dispositivo visual – pelo qual ocorre o controle da movimentação da câmera – e dispositivo motor, responsável pelo instrumental cirúrgico. Em alguns casos, ainda existe um sistema complementar de comando verbal, que possibilita o controle de equipamentos pelo cirurgião²⁴.

Na atualidade, alguns modelos são importantes e podem se tornar essenciais na prática médica vindoura, como é o caso do AESOP Robotic Surgical System (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning), construído pela empresa Computer Motion Inc., de Santa Barbara, Califórnia, USA¹². Há ainda, modelos robóticos como o da Vinci, da Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, Califórnia, USA e o ZEUS Robotic Surgical System, construído pela empresa Computer Motion Inc., de Goleta, Califórnia, USA com uso difundido em operações laparoscópicas, toracoscópicas e cervicoscópicas^{20,21,35}. Com efeito, os robôs – na atualidade – têm contribuído para maior precisão nos procedimentos operatórios, colaborando, por exemplo, para a ampliação do campo de visão tridimensional em intervenções que necessitam de maior destreza do cirurgião, como observado nas videocirurgias colorretais e nas anastomoses arteriais do coração^{3,20}.

A ultrapassagem dessas fronteiras tecnológicas tem permitido significativa inovação na atividade cirúrgica, gerando necessidade de novas formas de avaliação de sua execução, mormente nos âmbitos técnico, legal e bioético^{25,29}. Em termos éticos, inúmeras questões têm sido colocadas – envolvendo as relações entre humanos e máquinas –, as quais necessitam de abordagem mais detalhada. É possível, nessa esfera, que uma das primeiras formulações bem sucedidas para a análise dos aspectos éticos do uso de robôs esteja contida nas “Três Leis da Robótica”⁴, apresentadas na epígrafe do presente ensaio. Apesar delas terem surgido nas obras de ficção científica de Isaac Asimov – inscritas em visão tecnofílica e ufanista da ciência, segundo a qual os robôs seriam grandes aliados dos humanos –, elas poderão ter utilidade em um futuro muito próximo, na medida em que os autômatos estão cada vez mais presentes na vida cotidiana, executando ações e auxiliando os seres humanos no trabalho e no lar⁷, com a perspectiva de, em um futuro próximo, tornarem-se genuínos “companheiros” dos seres humanos. Veja-se o exemplo de BINA48, um robô que é capaz de aprender, dialogar com pessoas e exprimir sentimentos¹³.

Outra composição interessante, envolvendo a robótica e a ética, é a roboética – termo cunhado por Gianmarco Veruggio^{33,34} – a qual se preocupa, basicamente, com o comportamento do ser humano nas interações com os robôs e com outros tipos de máquinas que detêm inteligência artificial^{2,15}. É interessante notar que os recentes filmes *Ela* (2014; dirigido por Spike Jonze) e *Eva* (2012; dirigido por Kike Maíllo) contêm bons exemplos de conflitos éticos que poderiam advir dessas relações.

As interrelações entre bioética e robótica compõem um campo de estudo muito novo na literatura científica, havendo poucas publicações dirigidas à exploração do tema e muito ainda a ser discutido^{11,15}.

Deste modo, com base nessas preliminares considerações, o presente artigo traz uma breve apresentação sobre a robótica – enfatizando sua inserção na saúde – como passo inicial para a abordagem das questões éticas atinentes ao uso de robôs em procedimentos cirúrgicos.

MÉTODO

Através do site DeCS (www.decs.bvs.br), os descritores “ética”, “bioética”, “robótica”, “cirurgia” e “laparoscopia” foram selecionados e combinados a fim de determinar estratégias de busca de artigos publicados em periódicos (Tabela 1).

Os seguintes arranjos de descritores foram utilizados: A) ética + robótica; B) bioética + robótica; C) ética + robótica + cirurgia; D) bioética + robótica + cirurgia; E) ética + robótica + laparoscopia; F) bioética + robótica + laparoscopia, sendo aplicadas nas bases de dados Lilacs, PubMed, Scielo e Scielo BR, com data de busca limite até o dia 30 de junho de 2015. Os descritores selecionados foram pesquisados em português em todas as bases de dados, exceto PubMed, na qual foi utilizado inglês (Tabela 1).

TABELA 1 - Estratégias de busca de artigos em bases de dados

Estratégia	Bases de dados			
	Lilacs	PubMed	Scielo	Scielo BR
A	1	101	1	1
B	1	8	0	0
C	0	26	0	0
D	0	2	0	0
E	0	9	0	0
F	0	1	0	0

Do total de citações obtidas, foram selecionados 17 artigos – utilizando como critério a existência, no texto, de considerações éticas dirigidas ao uso de robôs em procedimentos cirúrgicos –, os quais foram utilizados para a elaboração do presente texto.

RESULTADOS

Robótica: conceito e estado atual

O termo robótica deriva de “robota”, palavra tcheca que significa “servo” ou “trabalhador”^{14,15,18}. Sabe-se que o vocábulo foi cunhado por Karel Capek¹⁴, na peça R.U.R. (Rossum’s Universal Robots). A palavra somente se popularizou anos mais tarde, através das obras do russo Isaac Asimov, responsável pela elaboração das “Três Leis da Robótica”⁴, as quais, na ficção, normatizam o comportamento dos robôs^{14,18}. As leis permitiram, a essas máquinas, certo livre arbítrio, inspirando escritores e diretores a (re)elaborá-las das mais variadas maneiras, como é possível observar em filmes como *Guerra nas Estrelas* (1977, dirigido por George Lucas) e *A.I. – Inteligência Artificial* (2001, dirigido por Steven Spielberg).

Da ficção para a vida real, a aplicação dos robôs iniciou-se na indústria, quando a General Motors introduziu o Unimate¹⁴, dispositivo que, para prevenir danos aos operários, substituiu-os em algumas funções na linha de montagem de automóveis.

Não se restringindo apenas à indústria, a partir dos anos 60, a robótica mostrou-se presente nos mais diferentes cenários, desde o emprego para a exploração das profundezas marinhas até o uso em missões de resgate^{14,18}. A aplicabilidade destas máquinas é vasta, sendo isto comprovado pelos formatos nos quais se configuram: é possível vê-los como braços automatizados, dispositivos móveis ou telerrobóticos, podendo ainda ser manuseados ativamente, semi-ativamente ou passivamente¹⁴. Os dispositivos controlados ativamente executam suas ações de acordo com programações pré-determinadas; os dispositivos controlados semi-ativamente ou passivamente, traduzem o movimento físico do controlador, minimizando ou maximizando a sua força e amplitude, permitindo-o realizar ações que seriam impossíveis sem este auxílio. Ademais, já estão disponíveis robôs com capacidade locomotiva que desenvolvem comportamentos reacionais, por exemplo a obstáculos, e que constroem um aprendizado evolutivo para se adaptar aos diversos ambientes, cujo refinamento poderá produzir avanços importantes na robótica²⁶.

O emprego de robôs na área da saúde

Os robôs já são utilizados na área da saúde, em procedimentos cirúrgicos, há anos. Um dos primeiros artefatos utilizados em cirurgia foi o precursor do Neuromate – aprovado em

1999 pela Food and Drug Administration (FDA) –, criado para realizar biopsia cerebral estereotáxica com precisão de 0,05 mm¹⁴. Em seguida, surgiram o Robodoc – serra utilizada em operação de substituição de prótese de quadril –, Acrobot – utilizado em operações de joelho –, e RX-130 – utilizado nas operações da região temporal¹⁴. Atualmente, robôs assistidos auxiliam em operações minimamente invasivas para correção de comunicação interatrial²¹.

Evoluindo um pouco mais no campo da cirurgia, houve inserção da telerrobótica através do desenvolvimento do sistema cirúrgico da Vinci – no qual o cirurgião realiza o procedimento através de um console (ou dois consoles quando realizada por dois cirurgiões), o qual controla três ou quatro braços mecânicos remotamente (Sistemas da Vinci S, Si e o mais atual, o modelo Xi) – e do sistema cirúrgico Zeus – o qual tornou possível a realização de colecistectomia laparoscópica em um paciente que se encontrava em Estrasburgo, França, por cirurgião localizado em Nova Iorque, EUA. Por permitir a realização de operações sem a presença física do cirurgião ao lado do enfermo, a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa do Pentágono vislumbra utilizar esta tecnologia em campos de batalha¹⁴, minimizando o risco do médico se expor aos perigosos do front. Tanto o sistema Zeus quanto o da Vinci, obtiveram aprovação do FDA.

Com progresso da robótica na área da saúde, e observando a literatura atual, nota-se que a implementação de robôs tem sido benéfica em procedimentos cirúrgicos de cabeça e pescoço, gastrointestinais, ginecológicos, cardíacos e urológicos^{18,23}.

O aumento do grau de complexidade das operações e a consequente dificuldade de treinamento de algumas técnicas pelos aprendizes – sobretudo pelas questões éticas e jurídicas envolvidas – contribuíram para a invenção de simuladores que geram, com auxílio de técnicas computacionais e robóticas, ambientes de realidade virtual²⁹. Tarefas básicas são simuladas – como suturas, hemostasia e dissecação –, mas, também, grandes procedimentos como colecistectomia e gastroduodenoplicatura, entre outras. Os simuladores prometem aproximação íntima com a realidade, contribuindo para o aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas e, paralelamente, para minimizar os riscos a pacientes reais. Atualmente, o sistema de treinamento e creditação de cirurgiões, mais utilizado, é o Sistema Mimic da Mimic Technologies de Seattle, Washington, USA

Em relação aos tratamentos não cirúrgicos, nota-se a utilização dos dispositivos robóticos principalmente na medicina física e de reabilitação^{6,16,17,30}. Em pacientes que sofreram acidente vascular encefálico, o uso dos robôs os tem auxiliado na reaprendizagem do movimento de determinados grupos musculares^{6,16,17}. Swinnen *et al*³⁰, em seu artigo de revisão, observaram que ainda são necessárias mais investigações para se concluir algo a respeito da aplicabilidade da robótica na medicina física e reabilitação^{6,16,30}.

Questões bioéticas no uso de robôs

O progresso da robótica, juntamente com os resultados favoráveis obtidos com o emprego de robôs em operações, tem levantado discussões éticas sobre os eventuais limites no uso dos autômatos no ambiente operatório¹⁶.

A questão da responsabilidade – pela indicação e pela execução do ato cirúrgico – não difere, em substância, das situações médicas nas quais não há envolvimento dos robôs. De fato, o profissional é responsável pela participação robótica nas intervenções cirúrgicas, o que pode ser defendido utilizando-se díspares correntes bioéticas contemporâneas²², podendo-se mencionar, à guisa de exemplo, as obrigações de primeiro não causar dano (princípio da não-maleficência/corrente principialista); de agir em benefício do enfermo (princípio da beneficência/corrente principialista); de considerar sua autodeterminação (princípio do respeito à autonomia/corrente principialista); de calcular as consequências (consequencialismo/corrente utilitarista); e de manter atenção moral ao paciente (ética do

cuidado)²². De modo similar, em termos deontológicos, o atual Código de Ética Médica¹⁰ explicita que:

É vedado ao médico:

Art. 3º Deixar de assumir responsabilidade sobre procedimento médico que indicou ou do qual participou, mesmo quando vários médicos tenham assistido o paciente.

[...]

Art. 6º Atribuir seus insucessos a terceiros e a circunstâncias ocasionais, exceto nos casos em que isso possa ser devidamente comprovado.

(CFM, 2016)¹⁰.

A situação se torna mais complexa ao se acrescentar à interface bioética/robótica as questões atinentes à telemedicina³¹. A telemedicina pode ser entendida como a “oferta dos serviços de saúde por telecomunicação remota”, a qual “inclui os serviços de consulta e de diagnóstico interativos”⁸. Através desse serviço, os profissionais da saúde podem recorrer a artifícios tecnológicos para comunicação e a troca de informações importantes para favorecer a saúde dos indivíduos e das populações, inclusive quando o objetivo envolve pesquisa e avaliação em saúde³¹.

O Conselho Federal de Medicina regulamentou a prestação de serviços através da telemedicina desde 2002, na Resolução N° 1643⁹, a qual dispõe sobre os objetivos dessa modalidade de assistência à saúde, as metodologias apropriadas, a pesquisa em saúde e a estrutura tecnológica adequada, incluindo os aspectos éticos, com destaque para a confidencialidade, o sigilo profissional e a privacidade, entre outros⁹:

Art. 2º - Os serviços prestados através da Telemedicina deverão ter a infraestrutura tecnológica apropriada, pertinentes e obedecer as normas técnicas do CFM pertinentes à guarda, manuseio, transmissão de dados, confidencialidade, privacidade e garantia do sigilo profissional.

(CFM, 2002)⁹.

A Resolução traz manifestação afim ao comentado acerca da responsabilidade no Código de Ética Médica¹⁰, conforme destacado a seguir:

Art. 4º - A responsabilidade profissional do atendimento cabe ao médico assistente do paciente. Os demais envolvidos responderão solidariamente na proporção em que contribuírem por eventual dano ao mesmo.

(CFM, 2002)⁹.

Tais deliberações devem ser consideradas no caso das operações utilizando robôs, especialmente quando o uso dos artefatos for realizado à distância, situação na qual o procedimento passa a fazer parte, precisamente, do âmbito da telemedicina.

Outras questões bioéticas – mas que fugiriam ao escopo do presente artigo – poderiam ser brevemente mencionadas: 1) as possibilidades de emergência de máquinas genuinamente inteligentes^{19,27} – com o avanço das técnicas e inteligência artificial, principalmente na via da IA forte^{19,27} –, o que levantaria a questão sobre qual nível de consideração ética esses seres pensantes mereceriam; e 2) o uso de robôs em atos condenáveis – do ponto de vista legal e ético – como, por exemplo, a ação com o intuito de tirar vidas humanas e não humanas (guerras, ações terroristas, entre outras)^{5,11,28}. Nesse sentido, a adoção – de fato – das referidas “Três Leis da Robótica”^{4,5,28}, poderá se tornar um interessante – e quiçá vital – pressuposto para o uso desses artefatos^{11,15}.

A partir dessas questões, é necessário o esforço para unir as duas culturas – bioética e robótica – para que os problemas sejam compreendidos em sua totalidade e complexidade³⁴.

CONCLUSÃO

Os robôs – oriundos da arte/ficção – têm se tornado cada vez mais presentes na realidade contemporânea. De fato, é possível vê-los trabalhando em lugares nos quais o ser humano não consegue ir – devido às suas limitações biológicas – e auxiliando, mulheres e homens, em diferentes campos do conhecimento, como a área da saúde.

Nesse particular, há destaque para os avanços no uso desses artefatos em procedimentos cirúrgicos, com bons resultados em diferentes tipos de intervenções. Nesse cenário, o debate bioético sobre a cirurgia robótica – ainda incipiente nos ambientes de ensino e pesquisa em saúde – torna-se muito salutar, no sentido de trazer subsídios à tomada de decisão, nas situações em que os robôs sejam partícipes das ações de cuidado aos seres humanos.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Abdalla RZ. Cirurgia robótica, devo abrir mão? *Arq Bras Cir Dig* 2012; 25(2): 74.
2. Anderson M, Ishiguro H, Fukushi T. "Involving interface": an extended mind theoretical approach to roboethics. *Account Res* 2010; 17(6):316-29.
3. Araujo SEA, et al. Video cirurgia colorretal com assistência robótica: o próximo passo? *Rev Bras Coloproct* 2008; 28(3): 369-377.
4. Asimov I. Eu, robô. 10ª ed. Rio de Janeiro: Exped-Expansão Editorial; 2009.
5. Autores não listados. Beyond the bomb. *Nature* 2011; 477(7365): 369.
6. Belda-Lois JM et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *J NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2011, 8: 66.
7. Bento LA, Calvo PRS. Quando a vida imita a arte: a bioética dos homens-máquinas. *Revista Bioethikos* 2013; 7(3):314-322.
8. Biblioteca Virtual de Saúde. Descritor: Telemedicina. Disponível em: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/>. Consultado em 31 de julho de 2016.
9. Conselho Federal de Medicina. Define e disciplina a prestação de serviços através da Telemedicina. RESOLUÇÃO CFM nº 1.643, de 26 de agosto de 2002. Disponível em: http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/CFM/2002/1643_2002.pdf. Consultado em 31 de julho de 2016.
10. Conselho Federal de Medicina. Código de Ética Médica. RESOLUÇÃO CFM nº 1.931, de 17 de setembro de 2009. Disponível em: <http://www.portalmedico.org.br/novocodigo/integra.asp>. Consultado em 31 de julho de 2016.
11. Fabris A, Bartolommei S, Datteri E. Ética y robótica. *Eikasia. Rev Filosofía* 2008; III(19): 258-267.
12. Felipe de Souza JAM. Robótica – Cap. 5: Robôs na Medicina. Universidade da Beira Interior. 2005. Disponível em: http://webx.ubi.pt/~felippe/texts5/robotica_cap5.pdf
13. Hanson Robotics. Interview with a robot: BINA48. Disponível em: <http://www.hansonrobotics.com/robot/bina48/>. Consultado em 31 de julho de 2016.
14. Hockstein NG, Gourin CG, Faust RA, Terris DJ. A history of robots: from science fiction to surgical robotics. *J Robotic Surg* 2007; 1:113-118.
15. Ishihara K, Fukushi T. Introduction: roboethics as an emerging field of ethics of technology. *Account Res* 2010; 17(6):273-7.
16. Kalra L. Stroke Rehabilitation 2009: Old Chestnuts and New Insights. *Stroke* 2010; 41:e88-e90.
17. Knecht S, Hesse S, Oster P. Rehabilitation after stroke. *Dtsch Arztebl Int* 2011; 108(36): 600-6.
18. Olavarrieta JRL, Coronel P, Pérez YO. Historia, evolución, estado actual y futuro de la cirugía robótica. *Rev Facultad Med* 2007; 30(2):109-114.
19. Pereira IS. Eu, robô e a inteligência artificial forte: o homem entre mente e máquina. *Ciênc Cogn* 2006; 9: 150-157.
20. Poffo R, et al. Cirurgia robótica em Cardiologia: um procedimento seguro e efetivo. *Einstein (São Paulo)* 2013; 11(3): 296-302.
21. Poffo R, et al. Cirurgia minimamente invasiva robô assistida na correção da comunicação interatrial. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2012; 27(3): 488-490.
22. Rego S, Palácios M, Siqueira-Batista R. Bioética para profissionais da saúde. 1ª reimpr. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2014.
23. Rodriguez E, Chitwood WR. Robotics in cardiac surgery. *Scand J Surg* 2009; 98: 120-124.
24. Sant'anna RT, et al. Emprego de sistemas robóticos na cirurgia cardiovascular. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2004; 19(2): 171-178.
25. Santos EG. Super especialização na cirurgia geral: problema ou solução? *Rev Col Bras Cir* 2011; 38(6): 444-446.
26. Selvatici AHP, Costa AHR. Aprendizado da coordenação de comportamentos primitivos para robôs móveis. *Sba Controle & Automação* 2007; 18(2): 173-186.
27. Shimoda M. Brain, mind, body and society: autonomous system in robotics. *J Int Bioethique* 2013; 24(4):41-8, 178-9.
28. Singer PW. Military robotics and ethics: a world of killer apps. *Nature* 2011; 477(7365):399-401.
29. Skinovsky J, Chibata M, Siqueira DED. Realidade virtual e robótica em cirurgia: aonde chegamos e para onde vamos? *Rev Col Bras Cir* 2008; 35(5): 334-337.
30. Swinnen E, et al. Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: a systematic review. *J Rehabil Med* 2010; 42: 520-526.
31. Mariani AW, Pêgo-Fernandes PM. Telemedicina: a technological revolution. *São Paulo Med J* 2012; 130(5):277-278.
32. Valdiero AC. Controle de Robôs Hidráulicos com Compensação de Atrito. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC. 2005.
33. Veruggio G, Operto F. Roboethics: Social and ethical implications of robotics, in Springer handbook of robotics, edited by B. Siciliano and O. Khatib, pp. 1499-1524, Springer, Berlin, 2008.
34. Mushiaki S. Ethica ex machina: issues in roboethics. *J Int Bioethique* 2013; 24(4):17-26, 176-7.
35. Zorron R, Filho DM, Madureira F, Jamel N. Videocirurgia robótica: estudo clínico prospectivo na colecistectomia laparoscópica. *Rev Col Bras Cir* 2005; 32(4): 183-187.