|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Relatório ALGAV turma:3NA |  |
|  |  |  |  |
|  | | | |

**José Pedro (1211656)**

**Pedro Águia (1161096)**

**Rui Beloto (1121200)**

**Sérgio Cardoso (1210891)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | [Introdução 4](#_Toc2114701818)  [Algoritmo Genético 4](#_Toc1907261163)  [Aleatoriedade no cruzamento entre indivíduos da população no AG 5](#_Toc1320466295)  [Seleção da nova geração da população do AG 6](#_Toc1418850199)  [Parametrização da condição de término do AG 7](#_Toc1551834146)  [Adaptação do AG para o problema 8](#_Toc219208104)  [Método de atribuição das operações às salas 9](#_Toc868420452)  [Estado da Arte 10](#_Toc1999960662)  [Introdução 11](#_Toc1042084389)  [Perspetiva Geral e Relevância no uso da Tecnologia 12](#_Toc1450249750)  [Tecnologias e Métodos Atuais 13](#_Toc985223031)  [Cirurgia Laparoscópica: Rastreamento de Instrumentos (4) 13](#_Toc185546052)  [Visualização Craniofacial e Simulação Cirúrgica Baseada em Raios-X (5) 14](#_Toc1359427775)  [Uma forma autônoma de detetar e quantificar cataratas usando Visão Computacional (6) 14](#_Toc992920059)  [Casos de Sucesso 15](#_Toc1166478313)  [Sistema da Vinci da Intuitive Surgical 15](#_Toc1626240757)  [Ion by Intuitive Surgical 15](#_Toc1253691540)  [Mako by Stryker 16](#_Toc458478592)  [Desafios Éticos e Regulamentares 16](#_Toc336205090)  [Privacidade e Segurança dos Dados 16](#_Toc695440966)  [Responsabilidade em Caso de Erros 17](#_Toc1662132190)  [Impacto no Emprego e na Formação Profissional 17](#_Toc2072333721)  [Futuro 17](#_Toc1871039972)  [Conclusão 18](#_Toc1447879932)  [Referências 18](#_Toc1056603848) |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Introdução |  | |
| Descrição: | |  |
|  | |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Algoritmo Genético |  | |  |
| Aleatoriedade no cruzamento entre indivíduos da população no AG | |  |  |
|  | |  |  |
| No nosso algoritmo é necessário as populações passarem pela fase de **crossover**, **random permutation** e **mutation** que permite randomizar o conteúdo das populações antes de entrar no processo de avaliação.  Contudo, vamos compreender o porquê do uso destes predicados e o impacto que eles têm na ordenação das populações.   * **random\_permutation/2** - predicado do PROLOG que permite organizar aleatoriamente uma lista. Portanto, este predicado vai ordenar aleatoriamente os indivíduos de cada população. * **crossover/2** - predicado desenvolvido | |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Seleção da nova geração da população do AG  Descrição: | | |  | |
|  | | | |  |
|  |  |  | |  |
|  | | | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametrização da condição de término do AG  Nas condições de término cobrimos estas opções:   1. Caso seja ultrapassado o tempo limite, é apresentada uma mensagem que excedeu o tempo limite e encerra o algoritmo mostrando a melhor solução encontrada até ao momento. 2. Caso a solução tenha uma pontuação abaixo de 940, então o algoritmo termina, pois, encontrou uma solução que agrada o utilizador. 3. Caso a população se repita por 10 gerações, é considerada a solução final pois o algoritmo encontra-se estagnado na mesma solução.   **(1)** |  | |
| **(2)**    **(3)**    No planeamento deste tópico achamos que seria benéfico para o utilizador estas funcionalidades, pois têm uma aplicação útil no dia a dia tornam o programa mais sólido para uma gama maior de casos e, por conseguinte, com uma melhor preparação para entrar no mercado. | |  |
|  | |  |
|  | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Adaptação do AG para o problema  Para compreender as alterações que foram feitas é necessário compreender para que se destina o algoritmo dado pelos professores. De facto, é um algoritmo que se baseia numa solução ótima de ordenação de tarefas em que uma tarefa tem um tempo de processamento, uma deadline, e um peso. Assim, é possível prever que a principal diferença estará entre as tarefas e as cirurgias. Por um lado, uma cirurgia a ser agendada é caracterizada por um tipo e um tempo de processamento. Por outro lado, sabemos que uma tarefa é definida por um prazo limite (deadline) e um peso, o que apresenta um funcionamento distinto. Deste modo, quando nós falamos das cirurgias, sabemos que não existe um prazo limite(deadline) nem um peso, caso esse prazo seja comprometido. |  | |
| Sendo assim, a única diferença existente no algoritmo passa pela maneira como as soluções são avaliadas. Assim, neste algoritmo as soluções são avaliadas conforme o tempo que acaba a última cirurgia e não é pelo peso da soma dos dias de delay. | |  |
|  | |  |
|  | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Método de atribuição das operações às salas  Para começar, declaramos os factos das cirurgias a agendar (**surgery/4**) + (**surgery\_to\_schedule/2**): |  | |
| Podemos observar que estes factos permitem-nos definir os tipos de cirurgia existentes e a quantidade de cirurgias que é preciso agendar. De facto, esta observação é importante pois só é possível submeter uma sala a uma operação caso esta esteja referenciada no facto **surgery\_to\_schedule/4**.  Portanto, o predicado que vai atribuir as salas às cirurgias é o predicado **assign\_surgery\_room/0**. Este predicado lista todas as salas disponíveis e coloca-as na variável **Rooms.** Este faz o mesmo com todas as cirurgias e coloca-as na variável **Surgeries,** fazendo também o mesmo com os tipos, colocando-os na variável **Types**. Este predicado vai chamar, por fim, o predicado **assign\_rooms\_to\_surgeries/4** que vai receber como argumentos as **Surgeries**, os **Types**, os **Rooms**, e **zero(índice)**.  Essencialmente o que este predicado faz é percorrer todas as cirurgias e os seus tipos, e para cada iteração do loop vai obter o **RoomIndex** através da operação **Index mod NumRooms** que faz com que o **RoomIndex** esteja sempre definido no intervalo [0, NumRooms-1]. A seguir, **nth0/3** vai extrair a **Room** referente ao **RoomIndex** da lista **Rooms** e vai colocar esse valor na variável **AssignedRoom**. Por fim, o predicado atribui a **AssignedRoom** a uma determinada **Surgery**.  Escolhemos usar este algoritmo, porque para além de ser simples de compreender, cumpre os requisitos de eficiência tendo uma complexidade de O(n), sendo n, o tamanho da lista de cirurgias. | |  |
|  | |  |
|  | |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Estado da Arte |  | |
| Introdução A evolução tecnológica tem transformado profundamente o setor da saúde. Com o aumento no uso de dispositivos avançados, tornou-se possível capturar dados intraoperatórios detalhados, abrindo o caminho para a **aplicação de algoritmos de visão computacional (CV)** na análise e interpretação desses dados visuais. Esta aplicação traz diversos benefícios para o setor, dando apoio à tomada de decisão dos cirurgiões, melhora a segurança da cirurgia e amplia o acesso aos cuidados cirúrgicos.  No entanto, o desenvolvimento e validação destes algoritmos, especialmente baseados em *Machine Learning* dependem principalmente do *Dataset* que é fornecido. De facto, um dos maiores problemas é o processo de fabricação do conjunto de dados ou *Dataset* quepode implicar alguns problemas relativos ao custo elevado dos equipamentos, exigências éticas rigorosas, necessidade de consentimento dos pacientes e acesso restrito a ambientes hospitalares.  O estado da arte procura examinar o panorama atual destas tecnologias, destacando as suas aplicações, desafios e potenciais futuros. São discutidos casos práticos de sucesso e analisados os principais entraves que ainda restringem uma adoção mais ampla destas inovações. Além disso, são exploradas as perspetivas de desenvolvimento futuro, bem como os desafios éticos e regulatórios que surgem com a expansão do uso de robôs e sistemas de visão computacional no ambiente hospitalar. Perspetiva Geral e Relevância no uso da Tecnologia A robótica experimentou um crescimento significativo ao longo do século passado, impulsionado pelo avanço da eletrónica e da computação. Esse desenvolvimento levou a robôs, sendo amplamente utilizados na indústria, automatizarem operações repetitivas, melhorando a eficiência e a precisão. A partir da década de 1980, a cirurgia minimamente invasiva (MIS) ganhou popularidade, e atualmente uma variedade crescente de procedimentos é realizada por meio de técnicas laparoscópicas, que oferecem vários benefícios em relação à cirurgia aberta, como redução do tempo de hospitalização, menor taxa de complicações parietais, menor dor pós-operatória, melhores resultados estéticos e recuperação mais rápida. **(1)**  Computer Vision (CV) é a área de estudo que aborda como os computadores podem compreender imagens ou vídeos digitais e procura automatizar tarefas que podem ser realizadas pelo sistema visual humano. Como este campo lida com todos os processos de aquisição de informações do mundo real por computadores, o termo “CV” abrange desde hardware para captura de imagens até o reconhecimento de imagens baseado em Inteligência Artificial. O reconhecimento de imagens baseado em AI para tarefas simples, como identificar imagens estáticas em um dado instante de tempo, progrediu a tal ponto que, em anos recentes, já é comparável ao desempenho humano. **(2)**  De facto, centenas de milhões de cirurgias são efetuadas em todo o mundo e, como tal, a rápida ascensão do uso destas tecnologias deve–se ao uso das câmaras de fibra ótica e sensores para captar informação detalhada na cirurgia. Apesar de muitos avanços e estudos relacionados ao uso de técnicas de CV, estas tecnologias ainda não são amplamente utilizadas na prática clínica para fins diagnósticos ou terapêuticos. Utilizando a *colecistectomia laparoscópica* como exemplo, é possível analisar as técnicas atuais de CV aplicadas à cirurgia minimamente invasiva e as suas aplicações clínicas. **(3)** Tecnologias e Métodos AtuaisCirurgia Laparoscópica: Rastreamento de Instrumentos **(4)** A colecistectomia laparoscópica, um procedimento endoscópico rotineiro, envolve a remoção da vesícula biliar através de pequenas incisões no abdômen, com a ajuda de um endoscópio de vídeo e instrumentos adicionais. O abdômen é inflado com dióxido de carbono para criar espaço para a visualização e execução da cirurgia. O processo geralmente dura entre 30 a 60 minutos. Durante a cirurgia, grandes quantidades de dados de sequência de imagens são geradas, embora nem todos sejam registados. Essas imagens, geralmente monoscópicas, podem ser usadas para compreender e analisar os vídeos de cirurgia utilizando visão computacional. **(4)**  Uma aplicação relevante de visão computacional é o *visual servoing* em robôs endoscópicos. Normalmente, um assistente humano é responsável por segurar e mover o endoscópio durante a cirurgia, mas essa prática tem limitações, como a escassez de assistentes qualificados e a fadiga humana. A telemanipulação, onde um robô movimenta o endoscópio com base na combinação de entendimento automático de vídeo e controlo do cirurgião, oferece uma alternativa. **(4)**  Além disso, aplicações offline para compreensão de vídeo endoscópico incluem indexação, recuperação e análise de cirurgias. Embora haja grande interesse em sistemas de recuperação de informações visuais baseados em conteúdo, ferramentas especializadas para o domínio médico ainda não existem. Este trabalho propõe um método para rastrear instrumentos cirúrgicos em vídeos endoscópicos, com o objetivo de ajudar na inferência do campo de visão para controle do robô ou na modelagem e reconhecimento de ações cirúrgicas para anotação de vídeo. **(4)** Visualização Craniofacial e Simulação Cirúrgica Baseada em Raios-X (5) A tecnologia apresentada neste artigo traz uma nova abordagem para a visualização craniofacial e a simulação cirúrgica, substituindo o uso de tomografia computadorizada (CT), que envolve altas doses de radiação, por uma técnica que utiliza apenas três raios-X convencionais. A inovação principal é a reconstrução 3D do crânio com base em imagens de raios-X e um ultrassom, o que torna o processo mais acessível e de menor custo, além de reduzir a exposição à radiação. A tecnologia também permite a criação de um modelo 3D da face usando marcadores de chumbo colocados no rosto do paciente, proporcionando uma visualização detalhada da estrutura craniana interna, útil para planeamento cirúrgico e diagnóstico, especialmente em pacientes pediátricos, para quem a exposição à radiação precisa ser minimizada. **(5)** Uma forma autônoma de detetar e quantificar cataratas usando Visão Computacional (6) O método baseia-se na deteção de cataratas. Uma catarata é uma opacificação da lente normalmente transparente do olho, e a visão turva causada por cataratas pode aumentar as dificuldades em atividades diárias, como leitura e condução. As cataratas são a principal causa de cegueira em pessoas idosas, e dados do National Eye Institute (NEI) mostram que mais de 65% das pessoas com 80 anos ou mais são diagnosticadas com cataratas. Contudo, existem limitações nos métodos atuais de deteção de cataratas, que incluem: Falta de habilidade clínica, dado que as cataratas são diagnosticadas por oftalmologistas utilizando biomicroscopia de lâmpada de fenda e escalas clínicas estabelecidas. Isto representa uma barreira, especialmente em áreas rurais onde há escassez de oftalmologistas especializados. Outra limitação reside no método utilizado para calcular a potência da lente intraocular (IOL). Atualmente, o algoritmo usado para o cálculo não é padronizado e, por vezes, depende do julgamento subjetivo do cirurgião. **(6)**  O algoritmo foi implementado utilizando as bibliotecas Python OpenCV, Numpy e FPDF. Ele é estruturado em três etapas principais. Primeiramente, o sistema recebe entradas do usuário, como nome, idade e a imagem a ser processada. Em seguida, a região do olho é manualmente selecionada com o uso do rato, gerando uma imagem recortada para análise posterior. Por fim, a imagem é processada no formato HSV, permitindo a segmentação de cores. Máscaras de branco, preto e castanho são aplicadas para distinguir a brancura do globo ocular e considerar variações na cor dos olhos. Contornos e comparações de áreas ajudam a identificar e isolar as regiões afetadas pela catarata. **(6)** Casos de SucessoSistema da Vinci da Intuitive Surgical O sistema da Vinci foi o primeiro equipamento de cirurgia robótica a obter aprovação da FDA em 2000 para procedimentos laparoscópicos gerais. Ele permite que os cirurgiões executem uma variedade de intervenções minimamente invasivas com precisão e eficácia comprovadas clinicamente. Este sistema é amplamente utilizado em diferentes tipos de cirurgias, incluindo cardíacas, colorretais, ginecológicas, de cabeça e pescoço, torácicas, urológicas e gerais minimamente invasivas. Até o momento, mais de 8,5 milhões de procedimentos foram realizados com a ajuda dessa tecnologia. **(7)** Ion by Intuitive Surgical O Ion, outro sistema cirúrgico robótico da Intuitive, recebeu autorização 510(k) da FDA em fevereiro de 2019. Este dispositivo é um sistema endoluminal robótico projetado para realizar biópsias minimamente invasivas em áreas profundas do pulmão. Ele utiliza um cateter robótico que navega pelas vias aéreas estreitas do pulmão até o local de interesse, guiando ferramentas de biópsia, como pinças e agulhas, para o tecido pulmonar alvo. O Ion emprega tecnologia de detecção de forma por fibra óptica para controlar a posição do cateter durante a navegação, que é travado ao alcançar a área desejada, garantindo estabilidade e precisão na biópsia. O cateter permite movimentos de 180° em todas as direções para ajustes finos na coleta de amostras.**(7)** Mako by Stryker O Sistema Mako é uma tecnologia de cirurgia robótica que realiza procedimentos de joelho parcial, quadril total e joelho total. Ele usa informações de tomografia computadorizada para criar um modelo 3D da estrutura óssea do paciente, possibilitando um planejamento cirúrgico mais preciso. Esse sistema é amplamente utilizado em cirurgias de substituição de quadril e joelho, proporcionando maior exatidão e melhores resultados para os pacientes. **(7** Desafios Éticos e Regulamentares A adoção desta tecnologia no ambiente hospitalar traz avanços consideráveis, mas também levanta questões éticas e regulamentares que precisam ser avaliadas com atenção. Privacidade e Segurança dos Dados O uso de tecnologias avançadas envolve a recolha e o processamento de grandes volumes de dados dos pacientes. Garantir a confidencialidade e a segurança dessas informações é essencial para preservar a confiança dos pacientes e cumprir as normas de proteção de dados, como o RGPD da União Europeia. A aderência a essas regulamentações garante que os dados sejam tratados de maneira ética e segura. **(8)** Responsabilidade em Caso de Erros A determinação de responsabilidade em casos de erros durante procedimentos assistidos por robôs e sistemas de inteligência artificial (IA) é uma questão jurídica complexa. Identificar quem é o responsável em tais situações, seja o desenvolvedor da tecnologia, o cirurgião ou outra parte envolvida, exige uma abordagem clara e precisa. A literatura especializada sublinha a urgência de criar marcos legais que tratem de forma específica e eficaz as questões relacionadas à responsabilidade em casos de falhas desses sistemas, a fim de garantir uma responsabilização justa e adequada, além de preservar a segurança dos pacientes. Impacto no Emprego e na Formação Profissional A automação de procedimentos médicos pode resultar na substituição de mão de obra qualificada em algumas funções, o que gera preocupações sobre o desemprego e a necessidade de requalificação dos profissionais da área. Além disso, a formação de novos profissionais deve ser adaptada para incorporar uma gama mais ampla de competências, focando-se nas tecnologias emergentes. Isso exige um redesenho do currículo educacional para garantir que os futuros profissionais estejam preparados para lidar com as inovações tecnológicas e possam aproveitar ao máximo os avanços da medicina digital. Futuro   Como mostrado na Figura, quando o futuro da cirurgia é comparado à inovação tecnológica nos automóveis, acreditamos que a cirurgia autónoma nos aguarda além da cirurgia de navegação por imagem. Não há dúvida de que o reconhecimento de imagem baseado em IA se tornará uma tecnologia fundamental essencial para a realização da cirurgia autónoma.  No campo dos automóveis, o nível de autonomia 1 é definido como "o veículo é controlado pelo motorista, mas algumas funções assistidas de direção podem estar incluídas no design do veículo". Da mesma forma, a navegação por imagem baseada em IA e a cirurgia assistida por robô ainda se enquadram no nível de autonomia 1. Para que a cirurgia atinja o próximo nível de autonomia, a IA deve, no mínimo, analisar e fornecer etapas cirúrgicas, anatomia, instrumentos, etc., com precisão em tempo real e robusta em todas as situações. Um nível de autonomia muito maior será necessário para substituir a função do operador, e espera-se que o desafio mais recente no campo da IA na cirurgia seja o de substituir parcialmente a função do assistente e do operador do escopista. **(2)** Conclusão A integração das tecnologias de robótica e visão computacional, abordadas ao longo deste estado da arte, tem, de facto, permitido diagnósticos mais precisos, tratamentos personalizados e maior eficiência nos processos operacionais. Desde sua introdução no mercado, essas inovações demonstram um potencial significativo em diversas áreas da medicina, oferecendo benefícios abrangentes.  Contudo, a adoção dessas tecnologias apresenta desafios que não podem ser negligenciados. Questões éticas, como a proteção da privacidade dos dados dos pacientes, e aspetos regulamentares devem ser cuidadosamente avaliados para garantir uma implementação segura e eficaz. Além disso, é fundamental que os profissionais de saúde recebam treinamento adequado para utilizar essas ferramentas, assegurando que a tecnologia seja um complemento ao julgamento clínico humano, e não uma substituição.  Em resumo, a convergência da robótica com a visão computacional na medicina representa um grande avanço em direção a um futuro de cuidados de saúde mais precisos, eficientes e personalizados. À medida que essas tecnologias continuam a se desenvolver, espera-se que seu impacto no setor médico se amplie, trazendo benefícios tanto para os profissionais de saúde quanto para os pacientes. | |  |
|  | |  |
|  | |  |

# Referências

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **(1) -** F. Pugin, P. Bucher, P. Morel  “History of robotic surgery: From AESOP® and ZEUS® to da Vinci”  Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878788611000324>  **(2) -** Daichi Kitaguchi, Nobuyoshi Takeshita, Hiro Hasegawa, Masaaki Ito  “Artificial intelligence-based computer vision in surgery: Recent advances and future perspectives”  Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/ags3.12513>  **(3)** - [Pietro Mascagni](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Pietro-Mascagni-Aff1-Aff2-Aff3), [Deepak Alapatt](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Deepak-Alapatt-Aff4), [Luca Sestini](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Luca-Sestini-Aff4-Aff5), [Maria S. Altieri](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Maria_S_-Altieri-Aff3-Aff6), [Amin Madani](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Amin-Madani-Aff3-Aff7), [Yusuke Watanabe](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Yusuke-Watanabe-Aff3-Aff8), [Adnan Alseidi](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Adnan-Alseidi-Aff3-Aff9), [Jay A. Redan](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Jay_A_-Redan-Aff10), [Sergio Alfieri](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Sergio-Alfieri-Aff11), [Guido Costamagna](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Guido-Costamagna-Aff11), [Ivo Boškoski](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Ivo-Bo_koski-Aff11), [Nicolas Padoy](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Nicolas-Padoy-Aff2-Aff4) & [Daniel A. Hashimoto](https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5#auth-Daniel_A_-Hashimoto-Aff3-Aff6)  “Computer vision in surgery: from potential to clinical value”  Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41746-022-00707-5>  **(4)** - S. J. McKenna , H. Nait Charif , and T. Frank  “Towards Video Understanding of Laparoscopic Surgery: Instrument Tracking”  Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=674ffeb0a37dd0bd298953917e44f9ba3dad8025>  **(5)** - Junjun Pan, Jian J Zhang, Yanning Zhang, Hong Zhou  “X-ray Based Craniofacial Visualization and Surgery Simulation”  Disponível em: <https://nccastaff.bournemouth.ac.uk/pjunjun/research/X-ray/X-ray%20Based%20Craniofacial%20Visualization%20and%20Surgery%20Simulation.pdf>  **(6)** - Raghav Sharma, Reetu Jain  “An Autonomous way to detect and quantify Cataracts using Computer Vision”  Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82922544/4.IJSHRE_100306_Raghav-libre.pdf?1648636334=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAn_Autonomous_way_to_detect_and_quantify.pdf&Expires=1735864871&Signature=TZCQWZiFVvnDYuJ~41UU-y2qYcS~IZjnyriCR7KE4X7eNxuPV0fN5bwzxX74OylcPRRumEolkXwpVuHEfyYbibDZC2KYiXjo1BK1qPu~SGfDzOX~a3YX4jTf2EwNr5p05VoybeMNR7KgJ9NL~fOaI-Zt7OnD9ehhPxYtaGvxO5Lhtt5mHMe6IYH448aghmqu9tL~NyD1-2GKOmPzR9UjJc06h0i2I~RO6R2ZVFwqn08OH~jV5j4vgZ8GX9JS7BwwzKRib4hFkTfqBTVGsHE2JcnqeazZ6o~B~VwVBKxtlnR7iCS8HVpRLRaHgkxi7avIOzsMoHK2s44vZwVqO6E-lQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)  **(7)** - Shawn Tsuda, Dmitry Oleynikov, Jon Gould, Dan Azagury, Bryan Sandler, Matthew Hutter, Sharona Ross, Eric Haas, Fred Brody & Richard Satava  “Top 5 Robotic Surgery Systems”  Disponível em: <https://docwirenews.com/post/top-5-robotic-surgery-systems>  **(8)** - Murdoch, B. (2021).  Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. *BMC Medical Ethics*.  Disponível em: [BMC Medical Ethics](https://bmcmedethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12910-021-00687-3?utm_source=chatgpt.com%22%20\t%20%22_blank) |  | |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |