

## **REVISÃO NARRATIVA:**

### **simulação como estratégia de metodologia ativa no ensino cirúrgico**

Mariana Queiroz Borges<sup>1</sup>

Fábio Marques de Almeida<sup>2</sup>

Adriana Alves de Meneses Delevedove<sup>3</sup>

**RESUMO:** A simulação realística é uma metodologia ativa de grande importância na formação médica, é uma poderosa ferramenta de treinamento de competências porque permite ao aprendiz atuar em ambiente protegido, seguro e controlado, sem complicadores, de modo a repetir o desempenho de uma tarefa inúmeras vezes, seguido de feedback imediato. O objetivo desta revisão narrativa é descrever e avaliar as evidências de simulação como estratégia da metodologia ativa no ensino cirúrgico, abordando suas vantagens e desvantagens no ensino médico. A busca de dados foi efetuada na *National Institutes of Health's Library of Medicine* (PubMed), em julho de 2020. Descritores: *simulation, active methodology and surgical teaching*. Os critérios de inclusão foram: artigos dos últimos 10 anos, nos idiomas inglês e português. A primeira busca resultou em 338 trabalhos, foram excluídos os artigos não disponibilizados na íntegra, os pagos e os que fugiam do enfoque. Pela leitura dos resumos, foram escolhidos 31 estudos mais apropriados. O treinamento baseado em simulação pode encurtar a curva de aprendizado, aprimorar as habilidades cirúrgicas e melhorar os resultados do paciente. A simulação permite que os estagiários cometam erros, e aprendam a refletir sobre tais situações sem arriscar a segurança do paciente. Apesar das vantagens claras, os custos associados ao treinamento baseado em simulação são uma grande limitação. Concluímos que o treinamento cirúrgico é uma prioridade da saúde pública e que a simulação representa uma excelente modalidade de ensino ativo para aprimorar e melhorar as habilidades cirúrgicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulação. Metodologia ativa. Ensino cirúrgico.

## **1 INTRODUÇÃO**

O ensino médico vem passando por uma série de alterações, inclusões e novas perspectivas em relação à educação. Tradicionalmente, a educação médica baseava-se em

---

<sup>1</sup> Acadêmica de Medicina do Centro Universitário Faculdade Alfredo Nasser, Aparecida de Goiânia. E-mail: marianaqueiroz@b@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduado em Ciências Biológicas, Especialista em metodologias ativas, doutor em Ciências da Saúde, professor e coordenador do Centro Universitário Alfredo Nasser, Aparecida de Goiânia, e co-orientador do trabalho.

<sup>3</sup> Médica Membro Titular Especialista em Cirurgia do Aparelho Digestivo pelo CBCD e em Nutrologia pela ABRAN, professora do Centro Universitário Alfredo Nasser, Aparecida de Goiânia e orientadora do trabalho.

conhecimentos individuais, atitudes centradas em ensinamentos de professores, leituras de evidências científicas e práticas de procedimentos em pacientes reais.

A simulação realística como metodologia ativa é de grande importância na formação do graduando, já que ela desenvolve a formação do pensamento crítico, reflexão e estimula à proatividade, sendo assim, uma ferramenta integrativa entre a teoria e a prática. Essa ferramenta permite ao aluno desenvolver confiança, resolução de problemas, controle da ansiedade e planejamento.

Os atuais modelos de simulação, incluindo simuladores cadavéricos, de animais, de bancada, de realidade virtual (VR) e robóticos, são cada vez mais utilizados em programas de treinamento cirúrgico. Os avanços em telecirurgia, impressão tridimensional (3D) e a incorporação de anatomia específica do paciente estão abrindo caminho para que os simuladores se tornem componentes integrais do treinamento médico no futuro.

Evidências científicas ressaltam que as simulações, quando aplicadas ao longo da educação têm alcançado melhorias, enquanto ferramenta educacional e de treinamento para alcançar a excelência na formação acadêmica e na capacitação de profissionais de saúde. Portanto, essa metodologia ativa é importante, inovadora e pode complementar a grade curricular dos cursos de graduação, a fim de consolidar e otimizar o processo de ensino aprendizagem dos estudantes.

A simulação é uma metodologia ativa de ensino que utiliza o Ensino Baseado em Tarefas num cenário prático controlado e protegido, com diferentes níveis de complexidade, autenticidade e competência. Para atingir essa finalidade, utiliza-se simuladores, objetos ou representações parciais ou totais de uma tarefa a ser replicada, podendo adquirir diversos aspectos de acordo com a complexidade da tarefa a ser executada.

A Simulação é uma poderosa ferramenta de treinamento de competências porque permite ao aprendiz atuar em ambiente protegido, seguro e controlado, sem complicadores, de modo a repetir o desempenho de uma tarefa inúmeras vezes, seguido de feedback imediato, adequado e sistematizado.

Trata-se de metodologia ativa com alcance desde o treinamento de habilidades básicas simples (capacidades cognitivas, afetivas e psicomotoras), até complexos aspectos comportamentais (conjunto de atos de um indivíduo perante uma situação). Os simuladores podem ser de variados tipos, tais como, manequins, modelos anatômicos ou mecânicos, computacionais, realidade virtual, pacientes simulados por atores, pacientes reais ou até mesmo simulação completa de ambientes.

O desenvolvimento de estratégias ativas de ensino que utilizam a SR proporcionam condições de integração dos conhecimentos aos estudantes e se propõem a formar profissionais mais críticos, reflexivos e preparados para a atuação real.

Dentro das metodologias ativas a estratégia de simulação mostra-se relevante quando favorece a construção de competências e o desenvolvimento do raciocínio crítico, bem como a tomada de decisões eficientes e seguras, aprimorando a postura independente em relação ao processo ensino-aprendizagem, tornando-se uma ferramenta importante na integração teórico-prático. Através da simulação busca-se ampliar as experiências reais, por experiências guiadas que enfocam e replicam aspectos da assistência de maneira interativa. Nesse contexto, as estratégias de simulação, garantem aproximação ao cenário real sem colocar em risco o paciente e ainda possibilitam a padronização de conteúdo.

O objetivo desta revisão narrativa é descrever e avaliar as evidências de simulação como estratégia da metodologia ativa no ensino cirúrgico, abordando suas vantagens e desvantagens no ensino médico.

## **2 METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura. A busca de dados foi efetuada na base de dados da *National Institutes of Health's Library of Medicine (PubMed)*, em junho e julho de 2020. Foram utilizados os seguintes descritores: *simulation, active methodology and surgical teaching*. Os critérios de inclusão foram: artigos entre os anos de 2000 a 2020 (últimos 10 anos), nos idiomas inglês e português. A primeira busca resultou em 338 trabalhos, foram excluídos os artigos não disponibilizados na íntegra, os pagos e os que fugiam do enfoque. O número de trabalhos reduziu para 93 resultados. Pela leitura dos resumos, foram escolhidos 31 estudos mais apropriados que foram adicionados ao nosso argumento e examinados em mais detalhes e incluídos na nossa referência.

## **3 DISCUSSÕES, RESULTADOS E/OU ANÁLISE DE DADOS**

A prática cirúrgica simulada abrange qualquer atividade que tenha como finalidade imitar um sistema ou ambiente com o objetivo de avaliar, informar e modificar habilidades e comportamentos. A multiplicidade de artigos de pesquisa sobre simulação em seleção e

treinamento cirúrgicos atesta o interesse e a ampla aplicação de métodos simulados que podem ser utilizados. Uma revisão da Cochrane identificou mais de 30 ensaios clínicos randomizados, estudando diferentes aspectos da simulação cirúrgica, enquanto outras revisões sistemáticas confirmaram a eficácia do treinamento e a transferência de habilidades para o ambiente operatório.

A simulação cirúrgica conceitualmente trabalha com situações que buscam replicar a realidade de um procedimento cirúrgico em um paciente, utilizando uma abordagem baseada na solução de problemas. O processo de aprendizagem baseado na solução de problemas tem sido reconhecido globalmente como uma ferramenta valiosa na formação de profissionais de saúde com vantagens sobre o método tradicional de ensino.

Atualmente, existem vários modelos de treinamento disponíveis, que podem ser categorizados como treinadores de bancada, simuladores híbridos, simuladores de realidade virtual, simuladores de realidade aumentada, animais de laboratório e modelos de cadáveres.

A simulação tem muitos benefícios em potencial para a educação em saúde, portanto, o desafio é como utilizar a simulação para alcançar os melhores resultados possíveis.

A observação cirúrgica é parte integrante do treinamento cirúrgico. Os acadêmicos de medicina, que têm um entendimento limitado dos procedimentos que estão sendo executados, usavam apenas a observação para obter uma exposição inicial às técnicas cirúrgicas. Porém a redução do tempo de treinamento no local de trabalho criou um desafio para o modelo tradicional de aprendizado. A simulação oferece a oportunidade de prática repetida em um ambiente seguro e controlado, com foco nos estagiários e adaptados às suas necessidades.

A simulação tornou-se parte integrante da educação médica, e abundantes evidências confirmam que a educação baseada em simulação melhora as habilidades e os comportamentos dos alunos e está associada a melhores resultados dos pacientes. Os recursos necessários para implementar a educação baseada em simulação, no entanto, levaram algumas partes interessadas a questionar a proposta de valor geral da educação baseada em simulação.

Nos últimos anos, a simulação veio ao primeiro plano como um método de ensino de habilidades técnicas para estagiários cirúrgicos. As rápidas mudanças nos sistemas de saúde estão na base da mudança para a educação baseada em simulação em muitos países. As alterações incluem diminuição do horário de trabalho dos internos, diminuição dos programas de treinamento, diminuição do tempo disponível na sala de operações e imperativos éticos para proteger os pacientes contra danos.

Os simuladores, embora ofereçam aos alunos a oportunidade de desenvolver com segurança habilidades técnicas durante as fases iniciais particularmente perigosas e propensas

a erros, não evitam a necessidade de feedback ao aluno, que geralmente é fornecido por instrutores especializados.

A maioria dos erros cirúrgicos ocorre na sala de cirurgia e vários estudos identificaram que um número maior de complicações ocorre durante a curva de aprendizado inicial. A conscientização desses perigos resultou na alteração do "aprendizado da sala de operações" para um ambiente seguro e controlado, recriminando o uso de pacientes como objetos de treinamento.

Os estagiários também podem aprender não apenas imediatamente com os erros, mas podem ver sua conclusão natural, uma posição totalmente antiética se um paciente real estiver envolvido. Essas facetas educacionais são particularmente úteis em uma especialidade de ofício como a cirurgia, onde os limites de cada técnica podem ser explorados e cenários desafiadores recriados para testar respostas adaptativas, em vez de permanecer confinados à “zona de segurança clínica”. De fato, a simulação reconhece que os erros são parte integrante do comportamento, desempenho e desenvolvimento humano: “O verdadeiro problema não é como impedir que os maus médicos prejudiquem, matando seus pacientes. É como impedir que bons médicos o façam.” Essa aprendizagem experiencial é uma parte essencial da aprendizagem.

O ensino de habilidades práticas também apresenta aos alunos o conceito de “mostrar como” e “fazer” as coisas, em oposição a apenas informações rotineiras de aprendizado, o que leva ao conhecimento superficial. Isso permite que uma parte substancial da curva de aprendizado seja superada durante a simulação, aumentando a segurança de pacientes reais e desenvolvendo cirurgiões mais confiantes e com maior consciência situacional.

O treinamento baseado em simulação permite que os treinados pratiquem habilidades em um ambiente de baixa pressão, sem riscos para os pacientes, e permite que os treinados cometam e aprendam com os erros antes que eles ocorram na cirurgia. Pesquisas mostram que a simulação pode ser altamente eficaz para o aprendizado de habilidades cirúrgicas e que as habilidades aprendidas podem ser transferidas para contextos clínicos. Além disso, o treinamento baseado em simulação pode encurtar a curva de aprendizado, aprimorar as habilidades no intraoperatório e melhorar os resultados do paciente. Por exemplo, um estudo mostrou que os residentes de cirurgia geral que foram submetidos a treinamento em simulação para reparo de hérnia inguinal laparoscópica apresentaram desempenho intraoperatório mais altos, menos complicações intraoperatórias, pós-operatórias e menos internações hospitalares em comparação com os residentes que usavam um currículo de treinamento cirúrgico convencional.

A simulação permite que os estagiários cometam erros, perguntem o “e se?” e aprendam a refletir sobre tais situações sem arriscar a segurança do paciente. Simuladores de realidade virtual têm sido usados para permitir que especialistas planejem operações complicadas e avaliem riscos intraoperatórios. Mais recentemente, simulações totalmente imersivas, como aquelas com equipes de teatro inteiras envolvidas, e simulações centradas no paciente permitem o desenvolvimento de outras habilidades importantes, além das puramente técnicas. O uso dessa ferramenta, acompanhada de outras metodologias ativas fornecem um melhor aperfeiçoamento de todas as habilidades necessárias ao ensino cirúrgico.

Na educação cirúrgica, a simulação pode substituir os encontros clínicos ou cirúrgicos por modelos artificiais, atores vivos ou pacientes de realidade virtual. Esses "modelos" (físicos ou baseados em computador) são os simuladores. O ambiente de simulação consiste no espaço físico e seu conteúdo (como o equipamento e os participantes, incluindo os simuladores) onde o processo de simulação ocorre.

Nos últimos anos, foram feitas comparações diretas entre o gerenciamento de risco na prática cirúrgica e o setor de aviação, que reconhece que mais de 80% dos erros ocorrem devido a fatores humanos. A cultura de segurança promovida pelo setor de aviação fornece um ambiente que incentiva o relato e a análise de erros. Como parte disso, o uso de treinamento simulado resultou em muitas colaborações eficazes, permitindo o cruzamento de informações e técnicas com a cirurgia. Embora existam semelhanças entre a indústria da aviação e a cirurgia, especialmente no estudo de fatores humanos no gerenciamento de riscos, deve-se tomar cuidado para aplicar soluções sob medida, específicas e relevantes para a prática cirúrgica. Lições de outras profissões, incluindo as forças armadas e os bombeiros, que dependem de treinamento intensivo em simulação antes da exposição real, também podem beneficiar o treinamento cirúrgico.

Apesar das vantagens claras, os custos associados ao treinamento baseado em simulação são uma grande limitação. Suporte financeiro suficiente é necessário para infraestrutura, materiais operacionais, equipe de suporte e tempo do corpo docente.

Vários estudos defendem que a simulação cadavérica (SC) induz a aquisição de habilidades. A Revisão sistemática publicado em 2019 comparou os alunos treinados com simulação cadavérica com os que não tiveram nenhum treinamento de simulação, os alunos treinados em simulação mostraram melhora significativa na maioria dos domínios de habilidades testados. Camp e colegas relataram que o treinamento cadavérico era superior à realidade virtual (RV) no ensino da artroscopia do joelho, com melhoras nos escores de classificação do procedimento e um menor tempo de procedimento observado nos treinados

em cadáveres. Outro estudo concluiu que o treinamento cadavérico era superior a um simulador de bancada para o ensino de anastomose enxerto-arterial. Um benefício maior do treinamento cadavérico foi observado nos participantes mais jovens do estudo.

Quanto aos modelos cadavéricos usados para treinamento em simulação, o mesmo estudo trouxe o comparativo levantado entre cadáveres frescos e congelados. Em relação aos cadáveres frescos tem como vantagem principal oferecerem a mais autêntica fidelidade no manuseio de tecidos, mas têm a desvantagem significativa da deterioração rápida e, portanto, um curto espaço de tempo para seu uso potencial. O uso de cadáveres frescos para treinamento em simulação depende de um sistema local regular de doações de corpos, pois normalmente são usados 48 horas após a morte do doador e certamente não mais de 7 dias depois, o que impõe desafios logísticos e de infraestrutura aos provedores de treinamento. Já os Cadáveres congelados ganharam popularidade devido à sua versatilidade. Os cadáveres são lavados com sabão antisséptico e congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  dentro de 1 semana após a aquisição. Normalmente, cerca de 3 dias antes do uso, eles são descongelados gradualmente à temperatura ambiente, mantendo as características realistas de manuseio de tecidos que são importantes para a simulação de alta fidelidade. Os cadáveres congelados têm a grande vantagem de poderem ser recongelados e descongelados posteriormente, permitindo a reutilização em várias intervenções de treinamento e, assim, maximizando o uso potencial e reduzindo os custos.

Os modelos animais podem ser considerados uma alternativa à simulação cadavérica devido à textura e aparência do tecido, podendo ser semelhante à do corpo humano. No entanto, a anatomia, embora similar, não é idêntica, no Reino Unido como em outros países existem leis que determinam que os procedimentos possam ser realizados em animais, porém estes devem ser anestesiados por indivíduos adequadamente treinados e que possuam uma licença pessoal, criando assim uma necessidade de recursos e tempo.

Embora o treinamento baseado em simulação esteja se disseminando no ensino cirúrgico e a pesquisa apoie seu uso, uma das principais limitações é o custo. Apesar dos benefícios dessa abordagem, é necessário considerar suas implicações financeiras e demandas no tempo do corpo docente.

A simulação também ajuda a aprimorar as habilidades psicomotoras, a coordenação olho-mão e a cirurgia ambidestra, especialmente importante para a cirurgia endoscópica. Em um estudo randomizado, duplo-cego, Seymour e colegas avaliaram a aquisição de habilidades por meio de um estudo randomizado de 16 estagiários utilizando treinamento tradicional ou simulador laparoscópico. Para avaliar o desempenho, os participantes realizaram uma

colecistectomia na sala de operações e os procedimentos foram gravados em vídeo. O grupo simulador dissecou a vesícula biliar 29% mais rápido, teve cinco vezes mais chances de progresso e seis vezes menos chances de cometer erros em comparação com os residentes não treinados usando a realidade virtual. Além disso, o efeito do treinamento em realidade virtual persistiu nas 10 primeiras colecistectomias laparoscópicas realizadas por um residente iniciante.

Dois estudos randomizados não cegos mostraram que, comparados aos participantes sem treinamento, aqueles treinados com ferramentas de realidade virtual mostraram um aprendizado significativamente melhorado. As habilidades técnicas adquiridas durante o treinamento em realidade virtual demonstraram ser transferíveis para um modelo animal e para pacientes na sala de cirurgia.

Vários pesquisadores defendem que a adição de feedback no treinamento precoce pode melhorar a percepção sensorial do aluno e facilitar a transferência de habilidades do simulador para a sala de operações. Uma revisão sistemática recente da simulação para cirurgia laparoscópica que incluiu 219 estudos, concluiu que: "O treinamento laparoscópico baseado em simulação de profissionais de saúde tem grandes benefícios quando comparado com nenhuma intervenção e é moderadamente mais eficaz do que as instruções não simuladas."

Nem todo treinamento em modelos sintéticos é equivalente e, portanto, os educadores cirúrgicos devem determinar cuidadosamente o cronograma de treinamento para um currículo específico. Os estudos defendem que há uma equivalência mostrada entre os modelos animais de alta fidelidade e os modelos de baixa fidelidade na aquisição de habilidades técnicas por iniciantes.

As habilidades também podem ser construídas sequencialmente com um aumento gradual e planejado da complexidade, em um ritmo que respeite os trainees individuais. Tal repetição e exercícios não seriam possíveis com um paciente real. Isso permite um aprendizado intensivo de procedimentos como punção venosa, toracocentese e anastomose intestinal. Os alunos podem ser imersos em um ambiente seguro com "permissão para falhar" e a oportunidade de desenvolver discussões ricas e significativas com facilitadores e coparticipantes.

Por fim, o objetivo de aprender habilidades técnicas em simuladores é melhorar o desempenho técnico na sala de operações. Demonstrou-se que as habilidades técnicas aprendidas nos simuladores são transferidas para a sala de operações. Avaliar qual simulador é mais útil em que tipo de situação de treinamento, no entanto, é mais difícil de determinar.

## 4 CONCLUSÕES

Com essa revisão concluímos que o treinamento cirúrgico é uma prioridade da saúde pública e que a simulação representa uma excelente modalidade de ensino para aprimorar e melhorar as habilidades cirúrgicas, juntamente com outros domínios de aprendizado.

Todos esses estudos mostraram evidências do valor inconfundível da simulação no treinamento em cirurgia, no entanto, a maioria dos educadores também concorda que existem limitações importantes ao treinamento baseado em simulação. À medida que o entendimento médico avança e novas técnicas são desenvolvidas, os modelos originais podem ficar desatualizados e exigir atualizações dispendiosas ou substituição completa. Além disso, a simulação nunca pode imitar a sensação de tecido humano vivo, a complexidade da fisiologia humana ou todas as nuances psicossociais do paciente. Portanto, a simulação não visa eliminar a interação do paciente e a experiência real do centro cirúrgico, mas servir como um complemento importante e eficaz para essa transição.

As pesquisas mostram cada vez mais que a simulação melhora o aprendizado e tem o potencial de atender às necessidades dos estagiários e satisfazer as necessidades regulatórias da profissão e da sociedade. Os simuladores estão se tornando mais comuns, mais diversificados, mais autênticos e cada vez mais incorporados aos programas de educação e prática profissional. O julgamento de “o que é certo fazer” nem sempre pode ser ensinado facilmente na sala de aula ou em um curso de simulação. No centro da prática cirúrgica está a complexa tomada de decisão tácita, não apenas uma série de etapas. A simulação deve fazer parte da experiência de aprendizado, mas não pode substituir o “enxerto” clínico necessário e a experiência de um cirurgião estagiário no “chão de fábrica”, apoiada por bons instrutores e mentores. Com isso finalizamos que a simulação deve ser empregada como estratégia de metodologia ativa no ensino cirúrgico.

## REFERÊNCIAS

AGHA, Riaz A.; FOWLER, Alexander J. *The role and validity of surgical simulation. International surgery*, v. 100, n. 2, p. 350-357, 2015.

BADASH, Ido *et al. Innovations in surgery simulation: a review of past, current and future techniques. Annals of translational medicine*, v. 4, n. 23, 2016.

- BARRY ISSENBERG, S. *et al.* Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. **Medical teacher**, v. 27, n. 1, p. 10-28, 2015.
- BATH, Jonathan *et al.* Standardization is superior to traditional methods of teaching open vascular simulation. **Journal of vascular surgery**, v. 53, n. 1, p. 229-235. e2, 2011.
- BREWIN, James; AHMED, Kamran; CHALLACOMBE, Ben. An update and review of simulation in urological training. **International Journal of Surgery**, v. 12, n. 2, p. 103-108, 2014.
- BRINDLEY, Peter G. *et al.* Canadian Association of University Surgeons' Annual Symposium. Surgical simulation: The solution to safe training or a promise unfulfilled?: Victoria, BC, Sept. 10, 2009. **Canadian Journal of Surgery**, v. 55, n. 4 Suppl 2, p. S200, 2012.
- COOK, David A. *et al.* The value proposition of simulation-based education. **Surgery**, v. 163, n. 4, p. 944-949, 2018.
- CRUZ, José Arnaldo Shiomi da *et al.* Assessment of a new kind of surgical simulator. The physical surgical simulator. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 86-94, 2018.
- DA SILVA, Rivelaine Soares; DOS SANTOS, Daniel Batista Conceição; PEREIRA, Thamires. A utilização da simulação realística como metodologia de ensino para o curso de graduação em Enfermagem. **Encontro Internacional de Formação de Professores; Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 11, n. 1, 2018.
- DENADAI, Rafael; SOUTO, Luís Ricardo Martinhão. Organic bench model to complement the teaching and learning on basic surgical skills. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 88-94, 2012.
- EVGENIOU, Evgenios; LOIZOU, Peter. Simulation-based surgical education. **ANZ journal of surgery**, v. 83, n. 9, p. 619-623, 2013.
- HOLLENSTEINER, Marianne *et al.* Characterization of an artificial skull cap for cranio-maxillofacial surgery training. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 29, n. 9, p. 135, 2018.
- IGLESIAS, Alessandro G.; PAZIN-FILHO, Antonio. Emprego de simulações no ensino e na avaliação. **Medicina** (Online), Ribeirão Preto, v. 48, n. 3, p. 233-240, 2015.
- JAMES, H. K. *et al.* Systematic review of the current status of cadaveric simulation for surgical training. **British Journal of Surgery**, 2019.
- KIN, Taichi *et al.* Neurosurgical virtual reality simulation for brain tumor using high-definition computer graphics: a review of the literature. **Neurologia medico-chirurgica**, p. ra. 2016-0320, 2017.
- MAHMOOD, Tahrin *et al.* Virtual reality simulation in endoscopy training: Current evidence and future directions. **World Journal of Gastroenterology**, v. 24, n. 48, p. 5439, 2018.

MILBURN, J. A. *et al.* **Introduction, availability and role of simulation in surgical education and training: review of current evidence and recommendations from the Association of Surgeons in Training.** 2012.

NACUL, Miguel Prestes; CAVAZZOLA, Leandro Totti; MELO, Marco Cezário de. *Current status of residency training in laparoscopic surgery in Brazil: a critical review.* **ABCD - Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 81-85, 2015.

NODARI, Cristine Hermann *et al.* **A simulação como estratégia de ensino-aprendizagem em enfermagem: uma revisão integrativa.**

PALTER, Vanessa N.; GRANTCHAROV, Teodor P. *Simulation in surgical education.* **Cmaj**, v. 182, n. 11, p. 1191-1196, 2010.

PANDEY, Vikas A.; WOLFE, John H. N. *Expanding the use of simulation in open vascular surgical training.* **Journal of vascular surgery**, v. 56, n. 3, p. 847-852, 2012.

RAÏCHE, Isabelle *et al.* *Cognitive challenges of junior residents attempting to learn surgical skills by observing procedures.* **The American Journal of Surgery**, v. 218, n. 2, p. 430-435, 2019.

SADIDEEN, Hazim *et al.* *Simulators and the simulation environment: getting the balance right in simulation-based surgical education.* **International Journal of Surgery**, v. 10, n. 9, p. 458-462, 2012.

SAKAMOTO, Yusuke *et al.* *Hands-on simulation versus traditional video-learning in teaching microsurgery technique.* **Neurologia medico-chirurgica**, v. 57, n. 5, p. 238-245, 2017.

STEFANIDIS, Dimitrios *et al.* *Research priorities in surgical simulation for the 21st century.* **The American journal of surgery**, v. 203, n. 1, p. 49-53, 2012.

TREHAN, Kanika; KEMP, Clinton D.; YANG, Stephen C. *Simulation in cardiothoracic surgical training: where do we stand?.* **The Journal of thoracic and cardiovascular surgery**, v. 147, n. 1, p. 18-24. e2, 2014.

TSIM, P. *et al.* *Is laparoscopic simulator performance affected by training environment?.* **The Bulletin of the Royal College of Surgeons of England**, v. 93, n. 5, p. 169-172, 2011.

TUBE, Milton Ignacio Carvalho *et al.* *Surgical model pig ex vivo for venous dissection teaching in medical schools.* **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 157-167, 2017.

WINKLER-SCHWARTZ, Alexander *et al.* *Machine learning identification of surgical and operative factors associated with surgical expertise in virtual reality simulation.* **JAMA network open**, v. 2, n. 8, p. e198363-e198363, 2019.

YIANNAKOPOULOU, Eugenia *et al.* *Virtual reality simulators and training in laparoscopic surgery.* **International Journal of Surgery**, v. 13, p. 60-64, 2015.

YIASSEMIDOU, Marina *et al.* *A multispecialty evaluation of Thiel cadavers for surgical training.* *World journal of surgery*, v. 41, n. 5, p. 1201-1207, 2017.