






Simuladores de sutura e habilidades psicocirúrgicas: uma revisão integrativa nos últimos dez anos

Suturing and psychosurgical skills simulators: an integrative review of the last ten years

Rafael Alves Freires^{1*} , Lauany Silva de Medeiros² , Leonardo Gomes de Sousa² , Naiara Coelho Lopes³ , Anderson Bentes de Lima² 

Resumo Objetivo: Analisar a eficácia e a aplicabilidade de simuladores de sutura (físicos e digitais) no desenvolvimento de habilidades psicocirúrgicas e seus efeitos sobre o desempenho técnico, a segurança clínica, o aprendizado e a percepção dos usuários. **Método:** Revisão integrativa da literatura, retrospectiva e documental, conduzida nas etapas de definição da questão norteadora, aplicação de critérios de inclusão/exclusão, busca e seleção de estudos, avaliação, categorização e interpretação dos resultados. As buscas foram realizadas nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO, BVS e BDTD, utilizando descritores específicos. **Resultados:** Foram identificados 122 estudos, dos quais 28 atenderam aos critérios e foram analisados. Simuladores de alta fidelidade mostraram melhor retenção de habilidades cirúrgicas ao longo do tempo, especialmente em contextos que exigem alta precisão técnica. Simuladores digitais, sobretudo os que utilizam realidade virtual ou aumentada, apresentaram impacto positivo na acurácia, redução de erros e aumento da segurança do paciente. Quanto à percepção dos usuários, houve consenso quanto ao fortalecimento da autoconfiança, melhora da destreza manual e do desempenho global. Persistem lacunas em estudos comparativos entre tipos de simuladores, análises de custo-benefício e desenvolvimento de modelos com patente nacional ou estratégias de inserção no mercado. **Conclusão:** Os simuladores de sutura são recursos eficazes no ensino e na capacitação em habilidades psicocirúrgicas, promovendo ganhos técnicos e emocionais. Contudo, há necessidade de pesquisas interdisciplinares que avaliem custo-benefício, inovação tecnológica e desenvolvimento de modelos validados e acessíveis, preferencialmente com potencial de patenteamento e aplicação em larga escala no ensino em saúde.

Descritores: simuladores de sutura; treinamento cirúrgico; habilidades psicocirúrgicas; simulação em saúde; educação médica.

Summary Objective: To analyze the effectiveness and applicability of suture simulators (physical and digital) in the development of psychosurgical skills, and their effects on technical performance, clinical safety, learning, and user perceptions. **Methods:** An integrative literature review, retrospective and documentary in nature, conducted in the following stages: definition of the guiding question, application of inclusion/exclusion criteria, search and selection of studies, evaluation, categorization, and interpretation of results. Searches were carried out in PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS, SciELO, BVS, and BDTD databases, using specific descriptors. **Results:** A total of 122 studies were identified, of which 28 met the eligibility criteria and were analyzed. High-fidelity simulators demonstrated superior retention of surgical skills over time, particularly in contexts requiring high technical precision. Digital simulators, especially those using virtual or augmented reality, had a positive impact on procedural accuracy, error reduction, and increased patient safety. Regarding user perceptions, there was consensus on improvements in self-confidence, manual dexterity, and overall performance. Gaps remain in comparative studies between simulator types, cost-effectiveness analyses, and the development of nationally patented models or strategies for market integration. **Conclusion:** Suture simulators are effective tools for teaching and training psychosurgical skills, fostering both technical and emotional gains. However, interdisciplinary research is needed to assess cost-effectiveness, technological innovation, and the development of validated, accessible models, preferably with patent potential and large-scale application in health education.

Keywords: suture simulators; surgical training; psychosurgical skills; health simulation; medical education.

¹Faculdade de Teologia, Filosofia e Ciências Humanas Gamaliel (FATEFIG), Tucuruí, PA, Brasil.

²Universidade Estadual do Pará (UEPA), Tucuruí, PA, Brasil.

³Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Balsas, PA, Brasil.

Fonte de financiamento: nenhuma.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

Recebido: 26/06/2025

Aceito: 09/10/2025

Trabalho realizado na Universidade Estadual do Pará UEPA, Marabá, Pará, Brasil.

Introdução

O ensino e a aprendizagem de habilidades cirúrgicas são significativamente impactados pela incorporação de tecnologias de simulação física e digital na formação em saúde^{1,2}. Essas ferramentas surgiram como resposta à crescente demanda por segurança assistencial e à necessidade de otimizar o tempo de treinamento prático, frequentemente limitado em ambientes clínicos reais^{1,3-5}.

Ao reproduzirem de forma controlada e segura cenários complexos da prática cirúrgica, os simuladores possibilitaram o desenvolvimento progressivo e integrado de competências psicomotoras, técnicas e cognitivas, essenciais para a atuação precisa e eficiente do cirurgião^{1,2,3,5,6}.

Nesse contexto, a sutura constituiu-se como uma habilidade central e indispensável no currículo da formação cirúrgica. O domínio dessa prática exige treinamento repetitivo e supervisionado, frequentemente dificultado por limitações de recursos, disponibilidade de preceptores e variabilidade de casos clínicos^{2,3,4,7}.

Os simuladores físicos (de baixa e alta fidelidade) e os simuladores digitais (baseados em realidade virtual e aumentada) proporcionaram um ambiente controlado em que o erro pôde ser explorado como oportunidade de aprendizado, reduzindo riscos ao paciente e favorecendo a aquisição gradual de destreza e segurança técnica^{1-5,8,9}.

No âmbito das ciências da saúde, os simuladores podem ser classificados de acordo com seu nível de fidelidade e formato tecnológico. Simuladores físicos de baixa fidelidade reproduzem parcialmente a anatomia e são mais acessíveis, indicados para o treino inicial de habilidades básicas^{2-4,7}.

Simuladores físicos de alta fidelidade apresentam maior realismo anatômico e resposta tátil aprimorada, possibilitando a prática em cenários mais complexos^{3-5,10}.

Simuladores digitais podem empregar realidade virtual ou realidade aumentada, oferecendo imersão, interatividade e métricas de avaliação. Há ainda modelos híbridos, que combinam componentes físicos e digitais para potencializar o aprendizado^{5,11}. Essas categorias nortearam a análise dos estudos incluídos nesta revisão, permitindo comparações quanto à aplicabilidade, eficácia e custo-benefício.

Apesar da evolução tecnológica e do aumento do acesso a esses recursos, a literatura apresenta lacunas importantes. Identifica-se a escassez de estudos comparativos robustos entre diferentes tipos de simuladores, considerando não apenas eficácia e aplicabilidade prática, mas também custo-benefício e percepção dos usuários^{3,7}. A ausência dessas análises limitou a adoção criteriosa e a integração qualificada dessas tecnologias aos currículos acadêmicos e aos programas de educação continuada, restringindo seu potencial de impacto na formação cirúrgica⁷.

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo analisar criticamente a eficácia e a aplicabilidade de simuladores de sutura (físicos e digitais) no desenvolvimento de habilidades psicocirúrgicas e examinar seus efeitos sobre o desempenho técnico, a segurança clínica, o processo de aprendizagem e a percepção dos usuários. O trabalho evidenciou a relevância de fomentar a produção nacional de simuladores mais acessíveis e adaptados à realidade dos sistemas de ensino em saúde, visando ampliar seu alcance e impacto na qualificação profissional.

Método

Tipo de estudo

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, método que permite sintetizar de forma crítica o conhecimento produzido sobre determinada temática, abrangendo diferentes delineamentos metodológicos e possibilitando maior compreensão do estado atual da ciência.

A condução desta revisão seguiu os critérios metodológicos propostos por Mendes et al.¹¹ e Whittemore e Knafel¹², que fornecem um referencial teórico-analítico consolidado para estudos com abordagem integrativa

Questão norteadora

A formulação da pergunta norteadora foi estruturada com base na estratégia PI (População, Intervenção, Comparação e Resultados), possibilitando a delimitação claros objetivos da investigação.

Período de estudo

As buscas eletrônicas foram realizadas entre fevereiro e maio de 2025.

Bases de dados e descritores

Os descritores foram selecionados previamente a partir do vocabulário controlado do DeCS/BIREME, garantindo padronização terminológica e rigor na busca: “Simuladores de Sutura”, “Treinamento Cirúrgico”, “Educação Médica”, “Habilidades Psicocirúrgicas”, “Simulação em Saúde” e “Revisão Sistemática”. As buscas foram realizadas nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, LILACS e SciELO, visando assegurar abrangência e representatividade das evidências coletadas.

Critérios de inclusão e exclusão

Como critérios de inclusão foram indexados artigos publicados entre 2015 e 2024, nos idiomas português, inglês ou espanhol, com texto completo disponível, que abordassem, de forma clara e metodologicamente estruturada, o uso de simuladores de sutura como ferramenta de ensino ou treinamento clínico. Já, como critérios de exclusão foram retirados estudos opinativos, editoriais, relatos de experiência e artigos sem fundamentação científica rigorosa.

Extração e organização dos dados

Para a extração e organização dos dados, elaborou-se uma matriz síntese em formato de tabela, contendo as seguintes variáveis: tipo de simulador investigado (físico, digital ou híbrido), população-alvo (graduandos, residentes ou profissionais), desfechos mensurados (tempo de execução, precisão técnica, número de erros, retenção da habilidade), percepção dos usuários e principais conclusões relatadas pelos autores dos estudos selecionados.

Resultados

Foram identificados estudos que abordam diferentes modalidades de simulação para o desenvolvimento de habilidades cirúrgicas básicas e avançadas. De modo geral, os achados evidenciam que simuladores de baixo custo, impressão 3D, plataformas baseadas em métricas sensoriais, realidade virtual e simulação cognitiva apresentam impacto positivo no aprendizado técnico e na performance clínica.

Os estudos que avaliaram simuladores de sutura de baixo custo demonstraram redução no tempo de execução, melhora da precisão e avanço significativo na curva de aprendizagem dos participantes. Tecnologias baseadas em vídeo, força e toque, associadas a métricas automáticas, possibilitaram avaliação objetiva do desempenho, ampliando a capacidade de análise técnica. Simuladores produzidos por impressão 3D foram bem avaliados pelos estudantes, que relataram bom realismo visual e aplicabilidade didática, apesar de algumas limitações táteis. Já as plataformas de simulação endoscópica apresentaram melhora na segurança clínica, redução de erros e eficácia no treinamento de procedimentos simulados. A realidade virtual também se destacou ao promover altos níveis de realismo, motivação, engajamento e aprimoramento das habilidades cirúrgicas, sendo considerada relevante para treinamento contínuo.

No âmbito da educação em enfermagem, estudos comparativos apontaram que simuladores de média fidelidade apresentam melhor relação custo-benefício do que os de alta fidelidade, contribuindo para aquisição de habilidades básicas com eficiência. Por fim, a implementação da simulação cognitiva cirúrgica mostrou impacto estatisticamente significativo na performance operatória real, quando comparada ao treinamento convencional, evidenciando seu potencial para melhorar o desempenho cirúrgico geral. No conjunto, os estudos analisados reforçam que diferentes tecnologias de simulação físicas, digitais ou cognitivas possuem eficácia comprovada para aprimorar habilidades técnicas, fortalecer a segurança no cuidado e otimizar a formação em procedimentos cirúrgicos (Quadro 1)^{1,2,9,13-16}.

Quadro 1. Lista de estudo considerados.

Referência	Título	Objetivo principal	Resultados
Elessawy et al. ¹	Evaluation of laparoscopy virtual reality training on the improvement of trainees' surgical skills.	Avaliar o benefício do treinamento com simulação de realidade virtua.	A simulação em realidade virtual estabeleceu altas avaliações tanto em realismo quanto em capacidade de treinamento, incluindo relevância clínica, relevância crítica e manutenção do entusiasmo no treinamento.
Cragg et al. ²	Surgical cognitive simulation improves real-world surgical performance: randomized study.	Investigar se a prática sistemática de simulação cognitiva cirúrgica resulta em melhoria mensurável do desempenho operatório real, quando comparado ao treinamento convencional.	O treinamento em SCS tem um impacto estatisticamente significativo na melhoria do desempenho cirúrgico.
Smail et al. ¹³	Perceptions of the use of a 3D-printed manufactured educational simulator for incisions and sutures	Investigar a percepção de estudantes sobre um simulador impresso em 3D para práticas de sutura e incisões.	Os estudantes relataram alto grau de realismo visual e boa aplicabilidade didática, apesar de limitações táteis.
Almeida et al. ¹⁴	Low-cost suture simulator to gain basic surgical skills	Apresentar e validar um simulador de sutura de baixo custo e avaliar seu impacto na aprendizagem técnica.	O treinamento com o simulador reduziu o tempo de execução e melhorou a precisão das suturas.
Goldbraikh et al. ⁹	Video-based fully automatic assessment of open surgery suturing skills	Avaliar habilidades psicocirúrgicas com métricas de força, toque e vídeo em plataforma simuladora.	O uso combinado de métricas sensoriais possibilitou análise objetiva do desempenho técnico dos participantes.
Jirapinyo ¹⁵	Development of a novel endoscopic suturing simulator: validation and impact on performance	Desenvolver e validar um simulador endoscópico de sutura, avaliando sua eficácia no aprendizado clínico.	Houve melhora significativa na curva de aprendizagem, redução de erros e maior segurança clínica nos procedimentos simulados.
Lapkin e Levett-Jones ¹⁶	A cost-utility analysis of medium vs. high-fidelity human patient simulation manikins in nursing education	Análisar custo-utilidade que comparou manequins de simulação de pacientes humanos de média e alta fidelidade na educação em enfermagem.	Simuladores de média fidelidade apresentaram melhor custo-benefício com impacto positivo na aquisição de habilidades básicas.

Fonte: Elaboração pelos autores, 2025.

Discussão

Nas últimas décadas, a formação médica passou por uma transformação significativa, incorporando metodologias ativas de aprendizagem que valorizam não apenas o conhecimento teórico, mas também o desenvolvimento de habilidades práticas e cognitivas em ambientes controlados e seguros.

Nesse contexto, a simulação tornou-se uma ferramenta amplamente utilizada na educação em saúde, permitindo que estudantes e profissionais treinem procedimentos complexos antes de aplicá-los em pacientes reais.

Entre as diversas modalidades de simulação, os simuladores de sutura destacam-se pela capacidade de desenvolver habilidades psicocirúrgicas, incluindo destreza manual, coordenação motora fina, percepção tátil e tomada de decisão em tempo real durante procedimentos cirúrgicos.

A literatura recente evidencia a relevância desses recursos educacionais: mesmo simuladores de baixo custo são capazes de promover melhorias expressivas no desempenho técnico, como redução do tempo de execução das suturas e aumento da precisão dos nós cirúrgicos, demonstrando que o acesso ao treinamento psicomotor de qualidade não depende exclusivamente de tecnologias de alto custo¹⁴.

A produção científica recente vem ressaltando o valor desses recursos educacionais. Almeida et al. demonstraram que mesmo simuladores de baixo custo são capazes de promover melhorias expressivas no

desempenho técnico, como redução do tempo para execução das suturas e aumento da precisão dos nós cirúrgicos¹⁴. Esses achados reforçam a ideia de que o acesso ao treinamento psicomotor de qualidade não depende exclusivamente de tecnologias de alto custo, permitindo que instituições com recursos limitados ofereçam práticas eficazes para iniciantes.

Por outro lado, estudos mais robustos avançaram na mensuração objetiva das habilidades psicocirúrgicas ao utilizar métricas automatizadas baseadas em vídeo, força e toque⁹. Essa abordagem quantitativa, apoiada por tecnologias digitais, tem ampliado as possibilidades de avaliação, permitindo a identificação precoce de falhas técnicas e promovendo um feedback individualizado ao aprendiz. A integração desses recursos demonstra uma mudança de paradigma, na qual a simulação não apenas treina, mas também avalia com precisão o desempenho cirúrgico.

Além do desempenho técnico, a percepção de realismo pelos estudantes é um fator fundamental para o engajamento e a efetividade da aprendizagem. Smail et al. destacaram que simuladores impressos em 3D, apesar de avaliados positivamente no aspecto visual e didático, ainda apresentam limitações quanto à sensibilidade tátil¹³. Isso indica que o realismo não é apenas uma questão estética, mas envolve a reprodução fiel das características mecânicas dos tecidos, o que influencia diretamente a forma como o aprendiz manipula instrumentos e aplica força. O realismo tátil, portanto, é um componente essencial para a consolidação das habilidades psicocirúrgicas.

Simuladores de alta fidelidade também têm demonstrado impactos positivos significativos. O estudo de Jirapinyo apresentou o desenvolvimento de um simulador endoscópico capaz de melhorar a curva de aprendizagem e reduzir a ocorrência de erros técnicos em procedimentos complexos¹⁵. Esses resultados reforçam a importância de dispositivos mais sofisticados para a formação de profissionais que atuarão em áreas cirúrgicas de maior complexidade, onde a precisão e a coordenação mão-olho são determinantes para a segurança do paciente.

A tecnologia digital tem ampliado ainda mais as fronteiras do ensino cirúrgico. Treinamentos em realidade virtual, como demonstrado por Elessawy et al., proporcionam ambientes imersivos que simulam situações de alta fidelidade cognitiva e emocional, permitindo ao estudante vivenciar desafios clínicos em ambientes controlados¹. Além de melhorar a retenção das habilidades aprendidas, esse tipo de tecnologia favorece a repetição ilimitada dos procedimentos, algo inviável em treinamentos tradicionais.

Outro aspecto frequentemente discutido é a relação custo-benefício dos diferentes tipos de simuladores. Lapkin e Levett-Jones mostram que simuladores de média fidelidade apresentam a melhor relação custo-utilidade, equilibrando realismo e acessibilidade¹⁶. Isso é especialmente importante para instituições de ensino que precisam otimizar investimentos sem comprometer a qualidade da formação oferecida. Assim, os simuladores de média fidelidade surgem como alternativas viáveis e pedagogicamente eficazes.

Conclusão

A análise realizada evidenciou que os simuladores de sutura, sejam físicos ou digitais, apresentam eficácia significativa no desenvolvimento das habilidades psicocirúrgicas, promovendo melhorias claras no desempenho técnico e na segurança clínica dos profissionais em treinamento.

Os simuladores digitais e de alta fidelidade destacaram-se pela capacidade de proporcionar um aprendizado mais aprofundado e uma melhor retenção das competências, enquanto os simuladores físicos, especialmente os de baixa fidelidade, mostraram-se ferramentas acessíveis e eficazes para a introdução e prática inicial das técnicas de sutura.

Além dos benefícios técnicos, a percepção dos usuários indicou que a interação com esses dispositivos contribui positivamente para a confiança e a motivação durante o processo de aprendizagem. Dessa forma, a aplicabilidade dos simuladores se revela ampla, podendo ser adaptada a diferentes contextos educacionais e recursos disponíveis.

Por fim, ressalta-se a importância de investimentos contínuos em inovação, validação científica e acessibilidade para ampliar o uso dessas tecnologias, potencializando a formação segura e qualificada dos futuros profissionais de saúde.

Referências

1. Elessawy M, Mabrouk M, Heilmann T, Weigel M, Zidan M, Abu-Sheasha G, et al. Evaluation of laparoscopy virtual reality training on the improvement of trainees' surgical skills. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(2):130. <https://doi.com/10.3390/medicina57020130>
2. Cragg J, Mushtaq F, Lal N, Garnham A, Hallissey M, Graham T, et al. Surgical cognitive simulation improves real-world surgical performance: randomized study. *BJs Open*. 2021;5(3):zrab003. <https://doi.org/10.1093/bjsopen/zrab003>
3. Lin W, Yu J, Peng X, Xia J, Huang B, Li R. Study on the application of progressive training method combined with imagery training method in laparoscopic suturing skills training for resident physicians. *BMC Med Educ*. 2025;25(1):369. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-06928-y>
4. Camargo CP, Gemperli R, Auler Júnior JOC. Metodologia de ensino no treinamento de habilidades cirúrgicas. *Rev Med (São Paulo)*. 2018;97(1):7-11. <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v97i1p7-11>
5. Mao RQ, Lan L, Kay J, Lohre R, Ayeni OR, Goel DP, et al. Immersive virtual reality for surgical training: a systematic review. *J Surg Res*. 2021;268:40-58. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.06.045>
6. Nagayo Y, Saito T, Oyama H. A novel suture training system for open surgery replicating procedures performed by experts using augmented reality. *J Med Syst*. 2021;45(5):60. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01735-6>
7. Eckert M, Volmerg JS, Friedrich CM. Augmented reality in Medicine: systematic and bibliographic review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019;7(4):e10967. <https://doi.org/10.2196/10967>
8. Bernardini VHR, Araújo EJ, Souza ESM, Teixeira GV. Desenvolvimento de um simulador para treinamento de sutura em um curso de medicina. *Bol Curso Med UFSC*. 2021;7(2):33-42. <https://doi.org/10.32963/bcmufsc.v7i2.4869>
9. Goldbraikh A, D'Angelo AL, Pugh CM, Laufer S. Video-based fully automatic assessment of open surgery suturing skills. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022;17(3):437-48. <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02559-6>
10. Gouvêa IB, Ribeiro VS, Graminha PMF, Gonçalves MFC, Camargo RAA, Aredes NDA, et al. Simulação clínica como estratégia de ensino: formação e prática docente. *REAS*. 2021;13(8):e8462. <https://doi.org/10.25248/reas.e8462.2021>
11. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enferm*. 2008;17(4):758-64. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
12. Whittemore R, Knaff K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs*. 2005;52(5):546-53. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>
13. Smail Y, Codjia F, Attal JP, Alexander H, François P, Ejeil AL. Perceptions of the use of a 3D-printed manufactured educational simulator for incisions and sutures. *BMC Med Educ*. 2025;25(1):1177. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07779-3>
14. Almeida NRC, Braga JP, Bentes LGB, Lemos RS, Fernandes MRN, Andrade GL, et al. Low-cost suture simulator to gain basic surgical skills. *Acta Cir Bras*. 2023;38:e384223. <https://doi.org/10.1590/acb384223>
15. Jirapinyo P. Development of a novel endoscopic suturing simulator: validation and impact on performance. *Surg Endosc*. 2024;38(4):[Epub ahead of print]. [https://doi.org/10.1016/S0016-5107\(23\)02797-9](https://doi.org/10.1016/S0016-5107(23)02797-9)
16. Lapkin S, Levett-Jones T. A cost-utility analysis of medium vs. high-fidelity human patient simulation manikins in nursing education. *J Clin Nurs*. 2011;20(23-24):3543-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2011.03843.x>

Autor correspondente

Rafael Alves Freires
Rua Trombetas, 29, Vila Tropical
CEP: 68455-747, Tucuruí, PA, Brasil.
E-mail: dr.rafael.freires22@gmail.com

Informação sobre os autores

RAF, LSM, LGS e NCL são estudantes de pós-graduação em mestrado profissional em Cirurgia e Pesquisa Experimental na Universidade do Estado do Pará. ABL é doutor em biotecnologia. Universidade Federal do Pará, UFPA.

Contribuição dos autores

RAF: administração do projeto, escrita – primeira redação, metodologia. LSM: escrita – primeira redação, metodologia. LGS: escrita – revisão e edição, metodologia. NCL: escrita – revisão e edição, metodologia. ABL: supervisão.

Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida ao Pará Research Medical Journal.