

<https://doi.org/10.65027/2447-3405.2026.1191>

DESENVOLVIMENTO DE UM SIMULADOR DE BAIXO CUSTO PARA TREINAMENTO EM PUNÇÃO VENOSA CENTRAL GUIADA POR ULTRASSONOGRAFIA: RELATO DE EXPERIÊNCIA

DEVELOPMENT OF A LOW-COST SIMULATOR FOR TRAINING IN ULTRASOUND-GUIDED CENTRAL VENOUS PUNCTURE: AN EXPERIENCE REPORT

Luís Henrique da Silva **Lima**¹; Allana Souza **Pereira**²; Virginia Oliveira **Chagas**³; Danilo Lopes **Assis**⁴

1. Residente de Clínica Médica, Programa de Residência Médica da Universidade Federal de Jataí, BR 364, KM 195, nº 3800, Jataí-GO, Brasil. Contato: e-mail: luishslima@hotmail.com
2. Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde, Coordenadora Acadêmica do Hospital Estadual de Jataí, Rua Joaquim Caetano, 1876, Jataí-GO, Brasil
3. Doutora em Ciências da Saúde, Professora da Universidade Federal de Jataí, BR 364, KM 195, nº 3800, Jataí-GO, Brasil
4. Mestre em Saúde da Família, Coordenador do Programa de Residência de Clínica Médica da Universidade Federal de Jataí, BR 364, KM 195, nº 3800, Jataí-GO, Brasil

RESUMO

Introdução: A formação médica demanda domínio técnico de procedimentos invasivos, como a punção venosa central guiada por ultrassonografia. Simuladores comerciais podem ampliar a segurança do treinamento, mas seu custo pode limitar a disponibilidade em instituições públicas. **Objetivo:** Descrever a elaboração e a aplicação inicial de um simulador de acesso venoso central, confeccionado com materiais de baixo custo e de fácil reprodução, destinado ao ensino e à capacitação em punção guiada por ultrassonografia. **Método:** Trata-se de relato de experiência técnica, de natureza descritiva sobre a construção do simulador com gelatina balística, garrotes tubulares de látex e fluido artificial e sua utilização em treinamentos realizados entre abril e julho de 2025. Foram confeccionados doze simuladores e realizadas seis sessões, com participação de 22 pessoas, sendo seis plantonistas de unidade de terapia intensiva, quatro médicos residentes em clínica médica e doze estudantes do quinto e do sexto ano do curso de Medicina. **Resultados:** Foram confeccionados doze simuladores. O custo total de confecção dos doze simuladores foi de R\$ 222,56, com custo aproximado de R\$ 18,55 por simulador. Durante as sessões, os tubos de látex foram identificados ao ultrassom e o sistema permitiu observar o retorno do fluido artificial após a punção, conforme observação direta dos autores. Não foram aplicados instrumentos formais de avaliação de satisfação, autoconfiança ou desempenho dos participantes. **Conclusão:** A experiência demonstrou a viabilidade técnica de construção e aplicação inicial do simulador no contexto descrito. A ausência de avaliação padronizada dos participantes impediu conclusões sobre efetividade pedagógica ou aquisição de competências.

PALAVRAS-CHAVE: Treinamento por simulação; Catéteres; Ultrassonografia de intervenção; Segurança do paciente; Modelos anatômicos.

ABSTRACT

Introduction: Medical education requires technical proficiency in invasive procedures, such as ultrasound-guided central venous catheterization. Commercial simulators can enhance training safety; however, their cost may limit their availability in public institutions. **Objective:** To describe the development and initial application of a central venous access simulator made from low-cost, easily reproducible materials for teaching and training in ultrasound-guided puncture. **Methods:** This is a descriptive technical experience report on the construction of a simulator using ballistic gelatin, tubular latex tourniquets, and artificial fluid, as well as its use in training sessions conducted between April and July 2025. Twelve simulators were produced, and six training sessions were held with 22 participants: six intensive care unit physicians, four internal medicine residents, and 12 fifth- and sixth-year medical students. **Results:** Twelve simulators were produced. The total cost of producing the 12 simulators was BRL 222.56, at an approximate cost of BRL 18.55 per simulator. During the training sessions, the latex tubes were identified using ultrasound, and the system allowed visualization of artificial fluid return after puncture, based on the authors' direct observation. No formal instruments were used to assess participant satisfaction, self-confidence, or performance. **Conclusion:** The experience

demonstrated the technical feasibility of constructing and initially applying the simulator in the described context. The absence of standardized participant assessment precluded conclusions regarding its educational effectiveness or the acquisition of competencies.

KEYWORDS: Simulation Training; Catheters; Ultrasonography, Interventional; Patient Safety; Models Anatomics.

INTRODUÇÃO

A formação médica exige o desenvolvimento progressivo de habilidades práticas para a execução segura e precisa de procedimentos clínicos. Entre esses procedimentos, a punção venosa central requer treinamento técnico, integração entre conhecimentos anatômicos e ultrassonográficos e coordenação visuomotora¹. O aumento das demandas formativas na educação médica tem impulsionado a incorporação de tecnologias destinadas ao treinamento de habilidades procedimentais².

O uso de simuladores permite a repetição de procedimentos em ambiente controlado, reduz a exposição de pacientes aos riscos associados à curva inicial de aprendizagem e evita dilemas éticos relacionados ao treinamento em modelos vivos³. Entretanto, o custo de manequins, peças sintéticas e outros equipamentos comerciais pode restringir sua disponibilidade, especialmente em instituições públicas com limitações orçamentárias⁴.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi descrever a elaboração e a aplicação inicial de um simulador de acesso venoso central, confeccionado com materiais de baixo custo e de fácil reprodução, destinado ao ensino e à capacitação em punção guiada por ultrassonografia.

MÉTODOS

Trata-se de um relato de experiência de natureza técnica e descritiva, que apresenta o processo de elaboração e aplicação inicial de um simulador de baixo custo para treinamento em punção venosa central guiada por ultrassonografia.

Os simuladores foram confeccionados com gelatina balística formulada com 1 litro de glicerina bidestilada, grau USP, 240 g de gelatina incolor, não aromatizada, de uso alimentício, 200 mL de água e quantidade suficiente de corante culinário branco para homogeneização da cor. Foram utilizadas bandejas descartáveis retangulares de alumínio com capacidade de 500 mL e dimensões de 165 × 124 × 43 mm. A simulação dos vasos sanguíneos foi realizada com garrotes tubulares de látex de 50 cm de comprimento, 0,5 cm de largura, 0,1 cm de espessura e diâmetro interno de 0,3 cm (Figura 1). Para representar o sangue, adicionou-se corante alimentício vermelho a uma bolsa contendo 500 mL de solução fisiológica.

Figura 1. Moldes confeccionados com bandejas descartáveis retangulares de alumínio (500 mL; 165 × 124 × 43 mm). A simulação dos vasos sanguíneos foi realizada com garrotes tubulares de látex (50 cm de comprimento; 0,5 cm de largura; 0,1 cm de espessura; diâmetro interno de 0,3 cm).



Fonte: Autores (2025)

As bandejas de alumínio foram perfuradas próximas à base com uma tesoura reta, formando quatro orifícios opostos. Por esses orifícios, o garrote tubular foi introduzido de modo a atravessar a bandeja longitudinalmente, sair por uma extremidade e retornar pelo lado contralateral, simulando um trajeto vascular duplo. A gelatina balística foi preparada em fogo brando até a dissolução completa dos componentes, evitando-se a fervura para não desnaturar as proteínas e causar alterações químicas estruturais. Em seguida, a composição foi vertida nas bandejas, formando uma placa com espessura total aproximada de 3 cm, que recobriu os garrotes tubulares. Os moldes foram refrigerados por 48 horas para aumentar a estabilidade estrutural e a consistência do material (Figura 2).

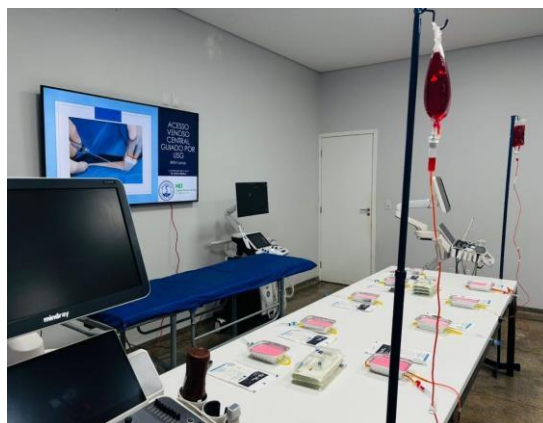
Figura 2. Moldes em bandeja com gelatina balística corada. Após refrigeração, formou-se uma placa com espessura total aproximada de 3 cm, recobrindo os garrotes tubulares.



Fonte: Autores (2025)

A montagem do sistema vascular artificial foi realizada conectando-se um equipo a uma das extremidades do tubo de látex. Na outra extremidade, foi introduzida uma cânula de três vias, à qual foi acoplada uma seringa de 10 mL para manutenção da pressão interna. A ponta perfurante do equipo foi conectada à bolsa de sangue artificial, posicionada em suporte de soro, permitindo o escoamento gravitacional do fluido pelo sistema e a observação de retorno após a punção (Figura 3).

Figura 3. Montagem do sistema vascular artificial, constituído por tubo de látex conectado à bolsa de sangue artificial por meio de equipo e, na extremidade oposta, a uma cânula de três vias com seringa de 10 mL, permitindo o escoamento gravitacional do fluido e a simulação de retorno durante a punção.



Fonte: Autores (2025)

Após a construção, foram realizados treinamentos entre abril e julho de 2025. Foram confeccionados doze simuladores e conduzidas seis sessões. Participaram seis plantonistas de unidade de terapia intensiva, quatro médicos residentes em clínica médica, doze estudantes do quinto e do sexto ano do curso de Medicina, totalizando 22 participantes.

O protocolo de treinamento foi organizado em exposição teórica, seguida de prática supervisionada. Cada sessão teve duração total de 1 hora, sendo 15 minutos destinada à exposição e 45 minutos à atividade no simulador. A exposição foi conduzida de forma concisa, sistematizada e direcionada aos objetivos de aprendizagem, priorizando os aspectos essenciais para a compreensão e a execução segura do procedimento. Foram abordados os princípios básicos da ultrassonografia, a anatomia vascular, as indicações e contraindicações, bem como os critérios para escolha do sítio de punção. Também foram demonstradas a identificação e a diferenciação ultrassonográfica entre veias e artérias, considerando compressibilidade, pulsatilidade e relação anatômica. A aula contemplou, ainda, o posicionamento do transdutor, as visualizações nos eixos transversal e longitudinal e as técnicas de introdução da agulha em plano e fora de plano.

Na etapa prática, os participantes foram organizados em duplas. Cada dupla recebeu um simulador e foi posicionada em uma estação equipada com aparelho de ultrassonografia, permitindo a realização individual e supervisionada das etapas de identificação vascular e punção guiada por ultrassom. O treinamento dos plantonistas e residentes foi conduzido por profissional com experiência em procedimentos guiados por imagem, enquanto o treinamento dos estudantes foi realizado por médico residente, com adaptação das orientações ao nível de formação de cada grupo. Como não houve avaliação padronizada de desempenho, não foi adotado critério formal de competência para encerramento da prática.

Figura 4. Atividade prática de punção venosa central guiada por ultrassonografia com o simulador de baixo custo, destinada a estudantes do quinto e do sexto ano do curso de Medicina.



Fonte: Autores (2025)

Não foram aplicados questionários de satisfação ou autoconfiança, checklists de desempenho, avaliações antes e após o treinamento ou outros instrumentos formais de coleta de dados dos participantes. A descrição da experiência baseou-se no processo de construção, nos registros fotográficos e na observação direta dos autores durante as sessões. Por não envolver coleta ou análise de dados individuais dos participantes, o relato não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa.

RESULTADOS

Foram confeccionados doze simuladores. Após a refrigeração, os garrotes permaneceram recobertos pela placa de gelatina, com espessura total aproximada de 3 cm. O sistema conectado à bolsa de fluido artificial permitiu o escoamento gravitacional e a observação de retorno do líquido após a punção.

Foram realizadas seis sessões, com duração de 1 hora, envolvendo 22 participantes, sendo seis plantonistas de unidade de terapia intensiva, quatro médicos residentes em clínica médica, doze estudantes do quinto ano e do sexto ano do curso de Medicina. Durante as atividades, os tubos de látex foram identificados ao ultrassom e utilizados para a prática de punção. Considerando o calibre da agulha e a distribuição dos pontos de entrada, estimou-se que cada simulador poderia suportar aproximadamente 20 a 40 punções antes que o acúmulo de trajetos, a perda da integridade do vaso simulado ou a formação de artefatos ultrassonográficos comprometessem sua utilização. Essas características correspondem a observações operacionais dos autores e não foram avaliadas por escala de fidelidade, análise de imagem ou julgamento padronizado de especialistas.

Não foram produzidas imagens ultrassonográficas específicas para avaliação da qualidade da visualização do simulador, nem foram coletados dados sobre taxa de sucesso, tempo de execução, número de tentativas, satisfação, autoconfiança ou aquisição de habilidades pelos participantes. Assim, os resultados deste relato restringem-se à descrição técnica da construção e da aplicação inicial do modelo.

Os materiais, as quantidades e os custos estimados de confecção dos simuladores de acesso venoso central guiado por ultrassonografia estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Materiais, quantidades e custos de confecção dos simuladores de acesso venoso central guiado por ultrassonografia.

Material	Quantidade	Custo unitário (R\$)*	Custo total (R\$)
Glicerina bidestilada, grau USP	1 L por lote	R\$ 26,90/L	R\$ 26,90
Gelatina incolor, não aromatizada	240 g por lote	R\$ 90,00/kg	R\$ 21,60
Água	200 mL por lote	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Corante culinário branco	1 frasco de 15 g por lote	R\$ 4,80/frasco	R\$ 4,80
Bandeja descartável de alumínio de 500 mL	1 unidade por simulador	R\$ 0,62/unidade	R\$ 0,62 × 12
Garrote tubular de látex	50 cm por simulador	R\$ 10,30/m	R\$ 5,15 × 12
Solução fisiológica	1 bolsa de 500 mL por sistema	R\$ 5,16/bolsa	R\$ 5,16 × 12
Corante alimentício vermelho	1 frasco de 10 mL por lote	R\$ 3,90/frasco	R\$ 3,90
Equipo	1 unidade por sistema	R\$ 1,13/unidade	R\$ 1,13 × 12
Cânula de três vias	1 unidade por sistema	R\$ 1,09/unidade	R\$ 1,09 × 12
Seringa de 10 mL	1 unidade por sistema	R\$ 0,63/unidade	R\$ 0,63 × 12
Total do lote de produção	12 simuladores	—	R\$ 57,20 + (R\$ 13,78 × 12) = R\$ 222,56
Custo estimado por simulador	1 simulador	—	R\$ 13,78 + (R\$ 57,20 ÷ 12) = R\$ 18,55

*Os valores correspondem a cotações no varejo nacional realizadas em 03 de janeiro de 2025. Para os corantes, adotou-se o custo integral da embalagem.

Fonte: Autores (2025)

DISCUSSÃO

No presente relato, a principal contribuição foi a descrição de um processo de construção com materiais disponíveis no contexto institucional e de sua aplicação inicial em sessões práticas. Os achados próprios restringem-se ao funcionamento

operacional observado pelos autores: manutenção dos tubos de látex no interior da gelatina, circulação do fluido artificial, retorno após a punção e identificação das estruturas tubulares ao ultrassom. Esses achados não correspondem a medidas de fidelidade anatômica, desempenho técnico ou efetividade educacional.

A simulação é utilizada na educação em saúde para permitir repetição de procedimentos e treinamento em ambiente controlado. Estudos anteriores indicam que programas estruturados de simulação podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades técnicas e para a confiança dos participantes, desde que seus resultados sejam mensurados por instrumentos e critérios definidos⁵⁻⁷. No presente trabalho, entretanto, tais efeitos não foram avaliados, razão pela qual não podem ser atribuídos ao simulador descrito.

O custo total de confecção dos 12 simuladores foi de R\$ 222,56, com custo aproximado de R\$ 18,55 por simulador. Para comparação contextual, em consulta realizada em 20 de janeiro de 2025, um simulador comercial destinado ao treinamento de acesso venoso central guiado por ultrassom estava anunciado no mercado brasileiro por R\$ 3.999,00¹⁰, sem o valor do frete. Essa comparação é apenas ilustrativa, pois o produto comercial apresenta uma configuração, durabilidade e recursos distintos do modelo artesanal descrito. Os simuladores comerciais podem incluir maior durabilidade, anatomia externa, diferentes estruturas vasculares e recursos específicos de treinamento; portanto, o custo não deve ser interpretado isoladamente como evidência de desempenho equivalente. Ademais, considerando o alto custo do simulador comercial, o modelo apresentado neste estudo é de baixo custo, e de fácil reprodução.

Outros modelos de baixo custo construídos com tubos de látex e tecidos animais também foram descritos na literatura. Fürst et al.⁸ apresentaram um modelo baseado em tecido animal e tubo de látex, destacando sua simplicidade e aplicabilidade para treinamento de acesso vascular guiado por ultrassonografia. Bertuol et al.⁹ desenvolveram um modelo suíno e relataram aceitação dos participantes e melhora em medidas de confiança e desempenho. A comparação com esses estudos deve considerar que eles utilizaram materiais, delineamentos e formas de avaliação distintas.

Entre as limitações deste estudo, destacam-se a ausência de avaliação formal dos participantes, de registro padronizado do número de tentativas e da taxa de sucesso, de imagens ultrassonográficas específicas para análise, de avaliação por especialistas e de medidas de durabilidade. A gelatina também apresenta desgaste após punções repetidas, e o modelo reproduz anatomia linear e estática, sem variações como tortuosidade, colapso vascular ou trajetos atípicos.

Estudos futuros deverão adotar delineamento prospectivo, com definição prévia de desfechos, aplicação de escalas ou checklists, registro do número de tentativas, tempo de execução e sucesso da punção, além da apreciação ética pertinente quando houver coleta de dados dos participantes para fins de pesquisa.

CONCLUSÃO

A experiência demonstrou a viabilidade técnica de confeccionar e utilizar inicialmente um simulador artesanal de punção venosa central guiada por ultrassonografia no contexto descrito. O modelo permitiu a identificação ultrassonográfica dos tubos de látex e a observação de retorno do fluido artificial após a punção, segundo observação direta dos autores.

Entretanto, a ausência de avaliação padronizada dos participantes, de métricas objetivas de desempenho e de documentação ultrassonográfica específica impede concluir que o simulador seja eficaz para aumentar habilidades, autoconfiança ou segurança clínica. Pesquisas prospectivas deverão comparar o modelo com outras estratégias de treinamento e avaliar tempo de execução, número de tentativas, taxa de sucesso, retenção de habilidades, percepção dos participantes e durabilidade do material.

ACESSO ABERTO



Este artigo está licenciado sob Creative Commons Attribution 4.0 International License, que permite o uso, compartilhamento, adaptação, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que você dê crédito apropriado ao(s) autor(es) original(is) e à fonte, forneça um *link* para o Creative Licença Commons e indique se foram feitas alterações. Para mais informações, visite o site creativecommons.org/licenses/by/4.0

REFERÊNCIAS

1. Elendu C, Amaechi DC, Okatta AU, Amaechi EC, Elendu TC, Ezech CP, et al. The impact of simulation-based training in medical education: a review. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2024;103(27):e38813. doi:10.1097/MD.00000000000038813
2. Leiphrakpam PD, Armijo PR, Are C. Incorporation of simulation in graduate medical education: historical perspectives, current status, and future directions. *J Med Educ Curric Dev* [Internet]. 2024;11:23821205241257329. doi:10.1177/23821205241257329
3. Alrashidi N, Pasay An E, Alrashedi MS, Alqarni AS, Gonzales F, Bassuni EM, et al. Effects of simulation in improving the self-confidence of student nurses in clinical practice: a systematic review. *BMC Med Educ* [Internet]. 2023;23(1):815. doi:10.1186/s12909-023-04793-1
4. Sullivan S, Ruis A, Pugh C. Procedural simulations and reflective practice: meeting the need. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* [Internet]. 2017;27(5):455-8. doi:10.1089/lap.2016.0639
5. Man JH, Nicholson R, Hosn MA. A vascular surgery-specific ultrasound model for vascular access. *J Vasc Ultrasound* [Internet]. 2022;46(4):173-6. doi:10.1177/15443167221113813

6. Tokumine J, Yorozu T, Moriyama K, Suzuki T, Okada C. Outcome-based simulation training for ultrasound-guided central venous catheter placement: clinical impact on preventing mechanical complications. *BMC Med Educ* [Internet]. 2025;25:131. doi:10.1186/s12909-025-06739-1
7. Pinheiro MF, Kleber R, Maciel J, Henrique E, Valente AL, Feijó DH, et al. Modelo de dissecação e acesso vascular de baixo custo. *Rev Soc Bras Clin Med* [Internet]. 2018;16(3):171-3. Disponível em: <https://www.sbcm.org.br/ojs3/index.php/rsbcm/article/view/362/324>
8. Fürst RVC, Polimanti AC, Galego SJ, Bicudo MC, Montagna E, Corrêa JA. Ultrasound-guided vascular access simulator for medical training: proposal of a simple, economic and effective model. *World J Surg* [Internet]. 2017;41(3):681-6. doi:10.1007/s00268-016-3757-x
9. Bertuol JVL, Camargo NLB, Spencer Netto FAC, Westphalen AP. Development and application of a swine model for training ultrasonography-guided central venous access. *Rev Col Bras Cir*. 2020;47:e20202530. doi:10.1590/0100-6991e-20202530
10. Gphantom Simuladores para Treinamento Ltda. Gphantom acesso venoso central [Internet]. Ribeirão Preto (SP): Gphantom Simuladores para Treinamento Ltda.; [2025]. Disponível em: <https://www.gphantom.com.br/product-page/gphantom-acesso-venoso-central>

DATA DE PUBLICAÇÃO: 18 de setembro de 2026.