

## **Simulador de dreno de tórax: desenvolvimento de modelo de baixo custo para capacitação de médicos e estudantes de medicina.**

**Chest tube simulator: development of low-cost model for training of physicians and medical students.**

Ana Luísa Bettega, AcCBC-PR<sup>1</sup>; Luis Fernando Spagnuolo Brunello, AcCBC-PR<sup>1</sup>; Guilherme Augusto Nazar<sup>1</sup>; Giovanni Yuji Enomoto De-Luca<sup>1</sup>; Lucas Mansano Sarquis, AsCBC-PR<sup>2</sup>; Henrique de Aguiar Wiederkehr, AcCBC-PR<sup>2</sup>; José Aguiomar Foggiatto<sup>3</sup>; Sylvania Klug Pimentel, TCBC-PR<sup>2</sup>.

1. Universidade Federal do Paraná, Curso de Medicina, Curitiba, PR, Brasil.
2. Hospital do Trabalhador, Serviço de Cirurgia Geral e Trauma, Curitiba, PR, Brasil.
3. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Mecânica, Curitiba, PR, Brasil.

### **RESUMO**

**Objetivo:** criar, em impressora 3D, um simulador de baixo custo de caixa torácica humana que permita a reprodução da técnica de drenagem fechada de tórax (DFT) comparando sua eficácia com a do modelo animal. **Métodos:** foi realizada impressão 3D do arcabouço ósseo de um tórax humano a partir de uma tomografia de tórax. Após a impressão das costelas, foram realizados testes com diversos materiais que contribuíram para formar a simulação da caixa torácica e da pleura. Foi, então, realizado um estudo experimental, randomizado e controlado comparando sua eficácia ao modelo animal no ensino da DFT para estudantes de medicina, que foram divididos em dois grupos: Grupo Modelo Animal e Grupo Modelo Simulador, que treinaram DFT em animais e no modelo simulador, respectivamente. **Resultados:** a reconstrução do tórax exigiu o conhecimento anatômico para análise da tomografia e para edição fiel da superfície 3D. Não houve diferença significativa quanto à segurança de realizar o procedimento entre os grupos (7,61 vs. 7,73; p=0,398). Foi observada maior pontuação no grupo modelo simulador para uso como material didático e aprendizado da técnica de drenagem torácica quando

comparado ao grupo modelo animal ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** o custo final para a confecção do modelo foi inferior ao de um simulador comercial, o que demonstra a viabilidade do uso da impressão 3D para esse fim. Além disso, o simulador desenvolvido se mostrou equivalente ao modelo animal quanto à simulação da técnica de drenagem para aprendizado prático e houve preferência pelo modelo simulador como material didático.

**Descritores:** Simulação. Modelos Animais. Treinamento por Simulação. Capacitação. Educação Médica. Drenagem. Tubos Torácicos.

## INTRODUÇÃO

A simulação consiste em uma ferramenta que visa a reproduzir aspectos da vida real de maneira interativa e segura<sup>1,2</sup>. Na área da saúde, a simulação é vista como uma forma eficaz de ensino, que aprimora os cuidados e a segurança ao paciente, uma vez que o indivíduo, seja ele estudante ou médico submetido ao treinamento, passa por experiências muito próximas às da vida real e consistentes com a tomada de decisões na prática médica diária<sup>1</sup>. A simulação na área médica também é capaz de prover a capacidade de reconhecer as limitações e as falhas técnicas em procedimentos executados pelos profissionais da saúde. Um programa de simulação bem conduzido pode criar um cenário favorável no qual as atividades tornam-se previsíveis, padronizadas, seguras e reprodutíveis<sup>3</sup>.

Os simuladores podem ser classificados de diferentes maneiras, que vão desde sistemas computadorizados, bonecos que simulam pacientes, ambientes que simulam situações de trabalho e até mesmo pessoas reais interpretando papéis através de um roteiro previamente elaborado. Outro aspecto importante é a fidelidade do simulador. Entende-se por "fidelidade" a sua capacidade de se aproximar ao aspecto e atividades do sistema a ser simulado na vida real<sup>2</sup>. Simuladores simples podem ser altamente eficazes quando utilizados para simular tarefas cognitivas e repassar as etapas de procedimentos. Por outro lado, simuladores mais complexos são necessários para treinar e desenvolver habilidades de coordenação motora fina.

No entanto, um dos maiores problemas e limitações que os centros de simulação apresentam está no custo da maioria dos equipamentos, manequins, modelos parciais utilizados, instrutores e manutenção<sup>1-8</sup>. Apesar disso, é plenamente possível elaborar simuladores de baixo custo, que priorizem o aprendizado de tarefas e rotinas, nas quais a prática repetitiva é mais importante<sup>1</sup>. Para simulações que envolvam equipes, ambientes detalhados, manequins de alta tecnologia, softwares de alto valor, simuladores integrados, instrutores e pacientes reais, o custo será maior, mas proporcionará o

desenvolvimento de simulações mais complexas, de maneira a adequarem-se ao propósito específico de cada estação<sup>1,2,4</sup>.

A utilização de hemitórax de costela porcina para treinamento da técnica de inserção de dreno de tórax por médicos e estudantes de medicina de universidades brasileiras já foi descrito, com alta correlação anatômica das costelas com o tórax humano<sup>9</sup>. A principal vantagem do método é o baixo custo e a fácil obtenção do material, uma vez que segmentos de animais são relativamente mais fáceis de se adquirir do que um cadáver completo. No entanto, o modelo também apresentou limitações: por se tratar de material biológico e perecível, ele não pode ser reaproveitado e requer alguns cuidados de refrigeração para que a peça não se deteriore e inviabilize o trabalho. Além disso, é necessário que a pele e o subcutâneo estejam íntegros e com consistência e espessura ideais, e embora a peça seja relativamente fácil de ser encontrada em supermercados convencionais, a "peça ideal", nas condições citadas, não o é.

O objetivo deste trabalho foram criar um simulador de baixo custo, utilizando impressão 3D, com condições anatômicas semelhantes à um segmento da caixa torácica humana, de modo a reproduzir a técnica de drenagem fechada de tórax e aplicar o modelo desenvolvido no treinamento de estudantes de medicina para avaliar a sua eficácia e satisfação dos participantes em relação ao modelo prático comparado com o modelo animal.

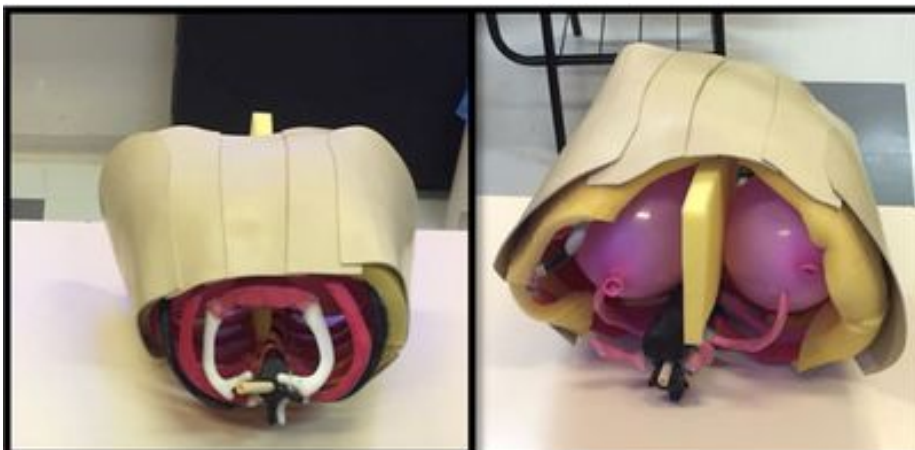
## **MÉTODOS**

Estudo experimental, randomizado e controlado mediante o desenvolvimento de um modelo criado por impressão 3D que permitiu o treinamento simulado do procedimento de drenagem fechada de tórax para estudantes de medicina do Pronto Socorro do Hospital do Trabalhador, Curitiba, Paraná, Brasil. Foi utilizada impressão 3D do arcabouço ósseo de um tórax humano a partir de uma tomografia de tórax, sem necessidade de um financiador, através de parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), com custo total de 500 reais (Figura 1). Após a impressão das costelas, foram realizados testes com diversos materiais que contribuíram para formar a simulação da caixa torácica e da pleura (Figura 2).

Figura 1. Impressão 3D de tórax.



Figura 2. Modelo simulador de dreno de tórax (dreno SIM).



Após concretizado, esse modelo foi utilizado para o treinamento de estudantes de medicina do Pronto Socorro do Hospital do Trabalhador. Os acadêmicos foram convidados a participar da pesquisa de maneira voluntária. Foram incluídos estudantes de medicina do quinto ao oitavo período que participam como acadêmicos do estágio em pronto socorro do Hospital do Trabalhador, abrangendo as cinco escolas de medicina de Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Positivo (UP), Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Faculdade Evangélica do Paraná (FEPAR) e Faculdades Pequeno Príncipe (FPP). Foi realizada uma breve aula expondo a técnica de drenagem torácica e um vídeo da técnica de drenagem torácica. Após esta

primeira parte, os acadêmicos responderam parte do questionário de avaliação do modelo, em relação à técnica, em que constavam perguntas sobre a segurança do acadêmico em realizar uma drenagem em um paciente após o conteúdo teórico mostrado. Estas perguntas técnicas foram retiradas de um *check list* do procedimento de drenagem de tórax desenvolvidos pelos professores da disciplina de Treinamento e Simulação da Universidade Federal do Paraná.

Os estudantes foram divididos de maneira aleatória em dois grupos: GMA, grupo modelo animal, que realizou drenagem em costela suína, que é o modelo tradicional usado para simulação e GMS, grupo modelo simulador, que realizou a drenagem no modelo simulador desenvolvidos pelos autores.

Após a atividade prática, os estudantes responderam ao questionário composto de duas partes. A primeira parte era sobre a experiência vivenciada na simulação, igual ao questionário que eles responderam após a exposição teórica, sobre a segurança em que eles tinham em realizar o procedimento em um paciente após a atividade prática com simulador. A segunda parte era em relação ao conteúdo da pesquisa, em que os alunos responderam sobre a importância deste procedimento na graduação, se o modelo foi útil como material didático, se o modelo permitiu o aprendizado da técnica, se gostariam de utilizar outros simuladores desenvolvidos com o mesmo conceito, se a atividade prática desenvolvida foi adequada e se julgavam a aprendizagem sobre o procedimento adequada. Todas as perguntas do questionário deveriam ser respondidas através de uma escala graduada entre 0 e 10. Ao final, os acadêmicos responderam a perguntas para conhecimento da amostra, como idade, sexo, faculdade e período, além de terem um espaço dedicado a comentários e sugestões.

Os resultados obtidos foram tabulados pelo *software Microsoft Excel*. As variáveis com distribuição normal foram descritas utilizando média e desvio padrão. Dados epidemiológicos foram calculados com porcentagens estatísticas simples. As variáveis contínuas foram analisadas com o teste t de Student. O nível de rejeição da hipótese de nulidade foi fixado em 5%. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (CEPSH-SESA/HT) sob o número 2199465.

## **RESULTADOS**

Participaram da pesquisa 49 acadêmicos de medicina com média de idade de 22,4 anos, sendo 30 (61,2%) do sexo feminino. Apenas 15 (30,6%) afirmaram não ter experiência com simuladores. Vinte e três (46,9%) foram submetidos à atividade prática

com o modelo animal em costal suína (GMA) e 26 (53%) submetidos ao modelo simulador desenvolvido pelos pesquisadores (GMS).

Após exposição teórica sobre a técnica de drenagem torácica e o vídeo mostrando o procedimento, a média da nota da resposta do total de acadêmicos à pergunta "Quanto você se sentiria seguro de realizar o procedimento em um paciente?" foi de 5,44, sendo média de 5,47 no GMA e de 5,42 no GMS ( $p=0,460$ ). Após a atividade prática, os acadêmicos foram convidados a responder à mesma pergunta e, nesta ocasião, a média da nota da resposta do total de acadêmicos foi de 7,67, sendo de 7,60 no GMA e de 7,73 no GMS ( $p=0,398$ ). A pontuação do total de participantes do estudo ( $n=49$ ) variou de 5,44 para 7,67 ( $p<0,001$ ); no GMA variou de 5,47 para 7,60 o que refletiu aumento de 38,9% ( $p<0,0001$ ). Nos participantes do GMS, a pontuação variou de 5,42 para 7,73 refletindo aumento de 42,6% ( $p<0,0001$ ) (Tabela 1).

Tabela 1. Segurança para realizar procedimento de drenagem torácica em um paciente.

	Total (n=49)	GMA* (n=23)	GMS** (n=26)	p
Após exposição teórica	5,44 ( $\pm 1,93$ )	5,47 ( $\pm 2,04$ )	5,42 ( $\pm 1,87$ )	0,460
Após treinamento prático	7,67 ( $\pm 1,63$ )	7,61 ( $\pm 1,43$ )	7,73 ( $\pm 1,82$ )	0,398

\*GMA: Grupo Modelo Animal; \*\*GMS: Grupo Modelo Simulador.

Em relação à experiência vivenciada na simulação, foi solicitado que os acadêmicos pontuassem alguns itens a respeito da confiança que teriam para realizar em um paciente as seguintes técnicas: incisão na pele de aproximadamente 1,5cm, divulsão dos planos até penetrar a pleura, introdução do dedo indicador no orifício pleural, introdução do dreno (póstero-superiormente) até a marca. Ao comparar a média das notas dos dois grupos após a atividade prática, verificou-se para o primeiro item avaliado um total de 8,95 para o GMA e de 9,11 para o GMS ( $p=0,335$ ); para o segundo item, 7,95 para o GMA e 8,57 para o GMS ( $p=0,146$ ); para o terceiro item, 8,69 para o GMA e 9,07 para o GMS ( $p=0,194$ ) e para o quarto item, 8,26 para o GMA e 8,73 para o GMS ( $p=0,143$ ) (Tabela 2).

Tabela 2. Experiência técnica vivenciada pelo treinamento prático.

	Total (n=49)	GMA* (n=23)	GMS** (n=26)	p
Incisão na pele de aproximadamente 1,5cm	9,04 ( $\pm 1,29$ )	8,95 ( $\pm 1,49$ )	9,11 ( $\pm 1,17$ )	0,335
Divulsão dos planos até penetrar a pleura	8,28 ( $\pm 2,04$ )	7,95 ( $\pm 2,34$ )	8,57 ( $\pm 1,72$ )	0,146
Introdução do dedo no orifício pleural	8,89 ( $\pm 1,53$ )	8,69 ( $\pm 1,89$ )	9,07 ( $\pm 1,12$ )	0,194
Introdução do dreno (póstero-superiormente) até a marca	8,51 ( $\pm 1,52$ )	8,26 ( $\pm 1,81$ )	8,73 ( $\pm 1,22$ )	0,143

\*GMA: Grupo Modelo Animal; \*\*GMS: Grupo Modelo Simulador.

A variação da média das notas (em porcentagem) após a exposição teórica e após a atividade prática foi descrita na tabela 3.

Tabela 3. Variação da pontuação antes e após a atividade prática.

	Após exposição teórica		Após atividade prática		Variação (%)	
	GMA*	GMS**	GMA*	GMS**	GMA*	GMS**
Incisão na pele de aproximadamente 1,5cm	8,21	8,03	8,95	9,11	9	13,4
Divulsão dos planos até penetrar a pleura	6,82	6,84	7,95	8,57	16,5	25,2
Introdução do dedo no orifício pleural	7,34	8,34	8,69	9,07	18,3	8,7
Introdução do dreno (pósterio-superiormente) até a marca	5,91	6,23	8,26	8,73	39,7	40,1

\*GMA: Grupo Modelo Animal; \*\*GMS: Grupo Modelo Simulador.

Em ambos os grupos houve aumento da média das notas em todos os itens do *check list* avaliados. Em relação ao conteúdo, os participantes consideraram a prática do procedimento de drenagem torácica de grande relevância para a graduação de Medicina, com pontuação média atribuída de 9,81. Dos estudantes do GMS, quando questionados se gostariam de utilizar outros simuladores desenvolvidos com o mesmo conceito, a média da nota foi de 9,69. Quando questionados se modelo foi útil como material didático para a graduação, a média das notas para o GMA foi 8 e para o GMS foi 8,88 ( $p=0,016$ ), e se o modelo permitiu o aprendizado das técnicas de drenagem torácica, a média das notas foi 8,17 para o GMA e de 8,88 para o GMS ( $p=0,022$ ) (Tabela 4).

Tabela 4. Conteúdo didático.

	Total (n=49)	GMA* (n=23)	GMS** (n=26)	p
Modelo foi útil como material didático para graduação?	8,46 ( $\pm 1,45$ )	8,0 ( $\pm 1,56$ )	8,88 ( $\pm 1,24$ )	0,016***
Modelo permitiu aprendizado das técnicas de drenagem torácica?	8,55 ( $\pm 1,24$ )	8,17 ( $\pm 1,26$ )	8,88 ( $\pm 1,14$ )	0,022***
A atividade prática desenvolvida foi adequada?	9,02 ( $\pm 1,42$ )	8,91 ( $\pm 1,78$ )	9,11 ( $\pm 1,03$ )	0,312
Aprendizagem sobre procedimento foi adequada?	8,51 ( $\pm 1,67$ )	8,30 ( $\pm 1,89$ )	8,69 ( $\pm 1,46$ )	0,211

\*GMA: Grupo Modelo Animal; \*\*GMS: Grupo Modelo Simulador; \*\*\*resultado estatisticamente significativo.

## DISCUSSÃO

A educação médica vem sofrendo uma mudança de paradigma, colocando a simulação como uma ferramenta eficaz para fazer frente aos novos desafios educacionais

e sociais do nosso tempo<sup>10</sup>. O alto custo dos simuladores ainda é a principal limitação ao seu uso pelas universidades no ensino de estudantes de medicina<sup>11</sup>. Destaca-se assim, o papel do simulador desenvolvido pelos autores do artigo, prático, efetivo e de baixo custo.

Ao serem questionados sobre a segurança em realizar o procedimento de drenagem torácica em um paciente após a exposição da aula teórica, observou-se pontuações muito semelhantes entre o GMS e GMA o que confirma a homogeneidade dos grupos em que foram separados.

Ao relacionar as pontuações que os alunos deram para esse mesmo questionamento após a exposição teórica para a pontuação que deram após a atividade prática, os resultados foram estatisticamente significativos. Houve aumento da pontuação tanto para o GMA quanto para o grupo GMS, o que revela que atividade prática tem benefício superior em desenvolver confiança e segurança para realizar o procedimento do que apenas exposição teórica e vídeos ilustrativos, e nesse quesito, ambos os modelos utilizados cumpriram o objetivo. A literatura é extensa em afirmar que o modelo de aprendizado baseado apenas na observação é discutível por não estimular o total envolvimento do aluno e não produzir treinamento efetivo. Assim, para aquisição de habilidade, em especial na área cirúrgica e de procedimentos intervencionistas, a prática sustentada é necessária<sup>12</sup>. Além disso, a utilização de algum modelo sintético é essencial para que o estudante possa obter confiança e, posteriormente, realizar trabalhos clínicos com pacientes<sup>13</sup>.

Na pergunta sobre o quanto se sentiam seguros em realizar o procedimento após a atividade prática de simulação, as pontuações também foram semelhantes para os dois grupos e, embora o GMS tenha apresentado uma diferença maior entre as notas pré e pós-atividade prática, não houve significância estatística entre elas, revelando que o modelo simulador pode não ser superior ao modelo animal tradicional no ganho de aprendizado dos alunos, porém é equivalente.

Atualmente, é conhecido e bem estabelecido o "Programa dos 3 R's" que tem como objetivo a redução, refinamento e substituição do número de animais utilizados na pesquisa e a melhora na condução dos estudos, a fim de reduzir o sofrimento ao mínimo possível, e a busca de métodos alternativos que, por fim, substituam os testes *in vivo*<sup>14</sup>. Assim, a utilização do simulador é uma excelente opção para treinamento, uma vez que, além de ter a consistência semelhante a de um modelo real, poupa o sacrifício de um modelo animal, na fase inicial do aprendizado acadêmico<sup>15</sup>.

Os pesquisadores escolheram para comparação entre grupos os passos do *check list* que dependem da prática em um modelo simulador para serem realizados. São eles:



incisão na pele de aproximadamente 1,5cm, divulsão dos planos até penetrar a pleura, introdução do dedo indicador no orifício pleural, introdução do dreno (pósterosuperiormente) até a marca. Os resultados mostraram que houve aumento da média das notas em todos os passos avaliados do *check list*, reforçando o fato de que após atividade prática de treinamento o aprendizado é maior.

Não houve diferença estatisticamente significativa da média das notas entre os grupos após a atividade prática, o que demonstra que os modelos são semelhantes quanto ao objetivo de ensinar o procedimento para acadêmicos, no entanto, há de se considerar que o aumento nas médias foi maior para o GMS em três dos quatro parâmetros avaliados. Foi observado também que o item "introdução do dreno (pósterosuperiormente) até a marca" foi o item que mais obteve incremento de pontuação após atividade prática, tanto no GMA quanto no GMS, com aproximadamente 40% de aumento em ambos os grupos. Este dado é de grande relevância para o ensino nas escolas médicas, uma vez que é sabido que uma das grandes dificuldades do médico aprendiz é posicionar o dreno de maneira correta dentro do paciente (pósterosuperior) e o mal posicionamento pode resultar em não funcionamento adequado e complicações<sup>16,17</sup>.

Apesar de não ter sido avaliado o item "marcar o local da drenagem" do *check list*, deve ser considerado que apenas o modelo simulador consegue orientar o aluno a cumprir este quesito, pois preserva os pontos de referência anatômica do tórax humano, diferentemente do modelo animal, em que é utilizado um pedaço de costela suína para o mesmo fim.

Como material didático, o modelo simulador foi o preferido pelos estudantes, com diferença estatisticamente significativa. Isso pode ser explicado pela percepção dos alunos em se sentirem mais confortáveis utilizando o simulador em relação ao modelo animal. O uso de animais permanece como alternativa de treinamento, porém com crescente respeito a normas éticas para sua utilização e respeitando seu emprego para situações cada vez mais específicas em que a complexidade é elevada<sup>18</sup>. A busca por recursos alternativos ao uso de animais leva à valorização da ética no ambiente educacional, além de preservar a integridade ética, moral, psicológica e social dos alunos<sup>13</sup>. Além disso, os estudantes afirmaram que, para o aprendizado da técnica de drenagem torácica, o modelo simulador também foi superior ao modelo animal, com diferença estatisticamente significativa. Esse resultado já era esperado, pois a satisfação com a simulação como método de ensino tem sido consistentemente provada<sup>19</sup>. O uso dos avanços tecnológicos para o ensino é imperativo principalmente para as gerações

mais jovens de estudantes de medicina, e formatos educacionais devem se adaptar a estilos e preferências de aprendizagem<sup>20</sup>.

Como limitação ao estudo, pode ser citada a subjetividade dos itens avaliados na forma de resposta ao questionário em uma escala graduada, já que a experiência de cada um com a simulação depende de vários fatores pessoais, como a experiência prévia com simuladores, a percepção sobre o uso de animais para o ensino e a experiência pessoal do estudante na atividade prática oferecida.

Pudemos concluir com nosso trabalho que o custo final para a confecção do modelo foi inferior ao de um simulador comercial, o que demonstra a viabilidade do uso da impressão 3D para esse fim. Além disso, o simulador desenvolvido se mostrou equivalente ao modelo animal quanto à simulação da técnica de drenagem para aprendizado prático e houve preferência pelo modelo simulador como material didático.

## **ABSTRACT**

**Objective:** by using a 3D printer, to create a low-cost human chest cavity simulator that allows the reproduction of the closed chest drainage technique (CCD), comparing its effectiveness with that of the animal model. **Methods:** it was made a 3D printing of the bony framework of a human thorax from a chest computerized tomography scan. After printing the ribs, we performed tests with several materials that contributed to form the simulation of the thoracic cavity and pleura. An experimental, randomized, and controlled study, comparing the efficacy of the simulator to the efficacy of the animal model, was then carried out in the teaching of CCD technique for medical students, who were divided into two groups: animal model group and simulator model group, that trained CCD technique in animals and in the simulator model, respectively. **Results:** the chest reconstruction required anatomical knowledge for tomography analysis and for faithful 3D surface editing. There was no significant difference in the safety of performing the procedure in both groups (7.61 vs. 7.73;  $p=0.398$ ). A higher score was observed in the simulator model group for “use as didactic material” and “learning of the chest drainage technique”, when compared to the animal model group ( $p<0.05$ ). **Conclusion:** the final cost for producing the model was lower than that of a commercial simulator, what demonstrates the feasibility of using 3D printing for this purpose. In addition, the developed simulator was shown to be equivalent to the animal model in relation to the simulation of the drainage technique for practical learning, and there was preference for the simulator model as didactic material.

**Keywords:** Simulation. Models, Animal. Simulation Training. Training. Education, Medical. Drainage. Chest Tubes.

## REFERÊNCIAS

1. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Health Care*. 2004;13 Suppl 1:i2-10.
2. Maran NJ, Glavin RJ. Low- to high-fidelity simulation - a continuum of medical education? *Med Educ*. 2003;37 Suppl 1:22-8.
3. Okuda Y, Bryson EO, DeMaria S Jr, Jacobson L, Quinones J, Shen B, et al. The utility of simulation in medical education: what is the evidence? *Mt Sinai J Med*. 2009;76(4):330-43.
4. Good ML. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. *Med Educ*. 2003;37 Suppl 1:14-21.
5. Heitz C, Eyck RT, Smith M, Fitch M. Simulation in medical student education: survey of clerkship directors in emergency medicine. *West J Emerg Med*. 2011;12(4):455-60.
6. Flores CD, Bez MR, Bruno RM. O uso de simuladores no ensino da medicina. *Rev Bras Inform Educ*. 2014;22(2):98-108.
7. Flato UAP, Guimarães HP. Educação baseada em simulação em medicina de urgência e emergência: a arte imita a vida. *Rev Soc Bras Clin Med*. 2011;9(5):360-4.
8. Pezzi L, Pessanha Neto S. O Laboratório de habilidades na formação médica. *Cad ABEM*. 2008;4:16-22.
9. Netto FA, Sommer CG, Constantino MM, Cardoso M, Cipriani RF, Pereira RA. Teaching project: a low-cost swine model for chest tube insertion training. *Rev Col Bras Cir*. 2016;43(1):60-3.
10. Luna RA, Spight D. Simulação em educação médica: uma mudança necessária. *Rev Hosp Univ Pedro Ernesto*. 2014;13(4):57-61.
11. Ferreira C, Carvalho JM, Carvalho FL de Q. Impacto da metodologia de simulação realística, enquanto tecnologia aplicada à educação nos cursos de saúde. In: *Seminário de Tecnologias Aplicadas a Educação e Saúde*, 2, 2015 Out 26-27; Salvador (BA). Salvador: UNEB; 2015. p.32-40.
12. Kneebone R, ApSimon D. Surgical skills training: simulation and multimedia combined. *Med Educ*. 2001;35(9):909-15.
13. Magalhães M, Ortêncio Filho H. Alternativas ao uso de animais como recurso didático. *Arq Ciênc Vet Zool Unipar*. 2006;9(2):147-54.
14. Hayes AW, editor. *Principles and methods of toxicology*. 5<sup>th</sup> ed. Abingdon (OX):Taylor & Francis; 2001.

15. Maluf Junior I, Silva ABD, Groth AK, Lopes MAC, Kurogi AS, Freitas RDS, et al. An alternative experimental model for training in microsurgery. *Rev Col Bras Cir.* 2014;41(1):72-4.
16. Ball CG, Lord J, Laupland KB, Gmora S, Mulloy RH, Ng AK, et al. Chest tube complications: how well are we training our residents? *Can J Surg.* 2007;50(6):450-8.
17. Hashmi U, Nadeem M, Aleem A, Khan FUHH, Gull R, Ullah K, et al. Dysfunctional closed chest drainage - common causative factors and recommendations for prevention. *Cureus.* 2018;10(3):e2295.
18. Motta EV, Baracat EC. Treinamento de habilidades cirúrgicas para estudantes de medicina - papel da simulação. *Rev Med (São Paulo).* 2018;97(1):18-23.
19. Lorello GR, Cook DA, Johnson RL, Brydges R. Simulation-based training in anaesthesiology: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2014;112(2):231-45.
20. Troncon LEA, Maffei CML. A incorporação de recursos de simulação no curso de graduação em medicina da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP. *Medicina (Ribeirão Preto).* 2007;40(2):153-61.

Recebido em: 19/09/2018

Aceito para publicação em: 25/10/2018

Conflito de interesse: nenhum.

Fonte de financiamento: nenhuma.

**Endereço para correspondência:**

Ana Luísa Bettega

E-mail: [bettega.ana@gmail.com](mailto:bettega.ana@gmail.com) / [silvaniaklug@gmail.com](mailto:silvaniaklug@gmail.com)