

Estado da publicação: Não informado pelo autor submissor

MODELO DE SIMULADOR DE BAIXA FIDELIDADE E BAIXO CUSTO PARA TREINAMENTO EM VIDEOCIRURGIA

Luciana Walger Collaço Gomes Rosa , Osvaldo Malafaia , Fernando Issamu Tabushi, Iwan Augusto Collaço, Paulo Afonso Nunes Nassif , Nicolau Gregori Czezcko, Luiz Fernando Kubrusly , Claudio Luciano Franck

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8389>

Submetido em: 2024-04-04

Postado em: 2024-04-04 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

MODELO DE SIMULADOR DE BAIXA FIDELIDADE E BAIXO CUSTO PARA TREINAMENTO EM VIDEOCIRURGIA

LOW-FIDELITY, LOW-COST SIMULATOR MODEL FOR VIDEOSURGERY TRAINING

Luciana Walger Collaço Gomes Rosa^{1,3}, Iwan Augusto Collaço³,
Oswaldo Malafaia^{1,2}, Paulo Afonso Nunes Nassif^{1,2}, Nicolau Gregori Czezczko¹,
Luiz Fernando Kubrusly¹, Claudio Luciano Franck¹, Fernando Issamu Tabushi^{1,2}

Trabalho realizado na ¹Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná, Curitiba, PR, Brasil; ²Hospital Universitário Evangélico Mackenzie, Curitiba, PR, Brasil; ³Hospital de Clínicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

ORCID

Luciana Walger Collaço Gomes Rosa - <https://orcid.org/0000-0002-7971-537X>

Iwan Augusto Collaço - <https://orcid.org/0000-0003-3353-4044>

Oswaldo Malafaia - <https://orcid.org/0000-0002-1829-7071>

Paulo Afonso Nunes Nassif - <https://orcid.org/0000-0002-1752-5837>

Nicolau Gregori Czezczko - <https://orcid.org/0000-0002-5926-150X>

Luiz Fernando Kubrusly - <https://orcid.org/0000-0002-6546-9841>

Claudio Luciano Franck - <https://orcid.org/0000-0002-4326-8109>

Fernando Issamu Tabushi - <https://orcid.org/0000-0002-3150-2164>

Correspondência:

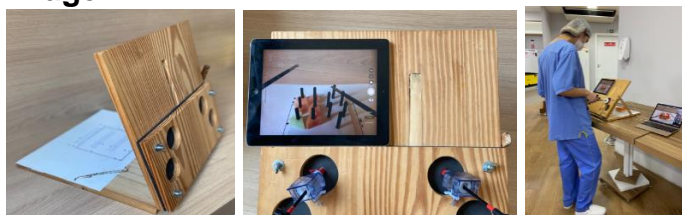
Luciana Walger Collaço Gomes Rosa

Email: lucollaco@hotmail.com

Conflito de interesse: Nenhum

Financiamento: Em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001

Imagem



Visão da plataforma com *tablet* e trocárteres

Mensagem Central

Ainda há espaço atualmente para utilização de modelos de simuladores de baixa fidelidade para treinamento em videocirurgia mesmo após a criação e disseminação dos simuladores de alta fidelidade com realidade virtual. A confecção de plataformas com matérias de fácil acesso e aquisição são capazes de reproduzir programas de treinamento em videocirurgia internacionais amplamente validados com resultados semelhantes. O estudo mostrou que profissionais com experiência executaram as atividades propostas com uso desta plataforma de baixo custo com escores semelhantes àqueles necessários para definir o

grau de aptidão considerado ideal. Mostrou-se modelo factível, eficaz e de fácil replicabilidade.

Perspectiva

A plataforma confeccionada neste estudo mostrou-se eficaz para treinamento de atividades básicas que necessitam ser desenvolvidas e aprimoradas para boa prática da videocirurgia. Mostrou ser modelo de fácil construção, com vantagens de baixo custo e fácil transporte. Possibilita o treinamento de médicos residentes em cirurgia mimetizando os movimentos e habilidades necessários para treinamento. Possibilita a repetição do treinamento utilizando insumos de baixo custo e facilmente encontrado em hospitais universitários. Prepara o residente em ambiente controlado até atingir aptidão para execução do ato operatório em paciente com segurança.

Contribuição dos autores

Conceituação: Luciana Walger Collaço Gomes Rosa

Metodologia: Luciana Walger Collaço Gomes Rosa

Supervisão: Fernando Issamu Tabushi

Redação (esboço original): Fernando Issamu Tabushi

Redação (revisão e edição): Osvaldo Malafaia, Iwan Augusto Collaço

RESUMO – Introdução: O ensino em cirurgia convencional foi tradicionalmente baseado no modelo halstediano do “*see one, do one and teach one*” (veja um, faça um e ensine um); porém, com a bem sucedida propagação da cirurgia videolaparoscópica precisou ser adaptado para um novo modelo do “*do many, mentored always*” (fazer vários, sempre supervisionado). A nova era da cirurgia demanda treinamento sequencial, com crescente complexidade e repetição supervisionada para adquirir habilidades específicas prévias ao primeiro ato operatório. **Objetivo:** Desenvolver modelo para ensino e treinamento em videocirurgia com plataforma de baixo custo, fácil execução e baixa fidelidade com tarefas que utilizam materiais sintéticos. **Método:** Construiu-se com materiais de baixo custo plataforma utilizando apenas placa de madeira, poucos materiais de ferragem (parafuso simples, parafuso com porca tipo borboleta, gancho com rosca), folha de EVA (etileno acetato de vinila), tinta branca para artesanato e caneta hidrográfica. A amostra-teste foi composta por 15 cirurgiões gerais com mais de 10 anos de experiência em videolaparoscopia. Iniciou-se a avaliação com um vídeo explicativo com duração de 20 min. A seguir, cada cirurgião executou 5 tarefas gravadas para posterior análise e pontuação. Mediu-se as habilidades de acordo com a pontuação. **Resultados:** A plataforma foi útil e eficaz em reproduzir as atividades utilizadas para replicação do programa comparativo do *Fundamentals of Laparoscopic Surgery*. A amostra de cirurgiões atingiu o tempo alvo definido como padrão pelo programa. **Conclusão:** A plataforma elaborada com materiais de baixo custo é de fácil aquisição, mostrou-se modelo eficaz para treinamento em videocirurgia, de fácil replicabilidade e construção, adaptável a vários modelos de tarefas, e feita com materiais sintéticos.

PALAVRAS-CHAVE – Cirurgia videoassistida. Técnicas de ensino. Treinamento por simulação.

ABSTRACT – Introduction: Teaching in conventional surgery has traditionally been based on the Halstedian model of “*see one, do one, and teach one*”. However, with the widespread success of videolaparoscopic surgery, the teaching method needed to be adapted to a novel “*Do many, always mentored*” model. The modern era of surgery demands sequential training with progressively increasing complexity and supervised repetition, in order to acquire specific skills prior to the first surgical procedure. **Objective:** To develop a new experimental teaching and training with low cost and low fidelity platform for laparoscopic surgery using

synthetic materials, and simple manufacturing. **Method:** A platform was built using low-cost materials easily found in hardware stores, consisting of a wooden board and a few hardware materials (threaded bolt, wing nut and bolt, threaded hooks), EVA sheet (ethylene vinylacetat), white crafting paint, and felt-tip pen. The sample consisted of 15 general surgeons with more than 10 years of experience in videolaparoscopy. The evaluation began with an explanatory video lasting 20 min. Next, each surgeon performed 5 recorded tasks for later analysis and scoring. Skills were measured according to the established score. **Results:** The developed platform was useful and capable of reproducing the tasks performed based on the program of *Fundamentals of Laparoscopic Surgery*. All the surgeons of the sample group achieved the target time proposed for the program. **Conclusion:** Was shown that the proposed platform can be built using easily obtainable and low-cost materials, and it proved to be an effective model for training in laparoscopic surgery, being easy to replicate and construct. Additionally, this platform can be easily adapted to various models of tasks using materials similar to those found in other training programs, that are widely practiced and have been globally validated.

KEYWORDS – Video-assisted surgery. Training techniques. Simulation training.

INTRODUÇÃO

O ensino da cirurgia desde o século XIX se baseou em, inicialmente, observar os cirurgiões experientes, seguido de realizar partes do ato operatório sob supervisão até adquirir habilidade e autonomia para executar o ato completo.¹⁹ Por quase 2 séculos, este foi o modelo de Halsted que prevaleceu nas escolas médicas e serviços de residência em cirurgia geral.

Por muito tempo também, devido às semelhanças anatômicas, empregou-se a prática e tarefas em modelos animais como parte do treinamento em cirurgia; porém, com o passar do tempo por questões éticas e humanitárias esta prática está sendo reduzida mundialmente e até mesmo proibida em alguns países. Alternativa para substituir o uso de animais foi o desenvolvimento de modelos - chamados simuladores - que mimetizassem a anatomia e possibilitassem a prática e ensino em modelos sintéticos ou virtuais. Eles evoluíram a partir de simples artefatos em madeira, espuma, plástico, manequins, entre outros e chegaram aos dias atuais a modelos de realidade virtual.⁶

Todavia, ocorreram muitas mudanças nas técnicas cirúrgicas e no ensino médico com os conhecimentos adquiridos durante os 2 séculos que seguiram o marco das primeiras operações realizadas com êxito. O intercâmbio de informações, as guerras mundiais, a literatura médica difundida aprimoraram, expandiram e disseminaram o conhecimento em cirurgia. Por volta de 1980, aperfeiçoou-se modalidade cirúrgica que veio revolucionar a nova era em cirurgia: a videocirurgia. Com isto, o ensino precisou ser revisto e adaptado. O modelo de Halsted tradicional do “*see one, do one, teach one*” precisou ser adaptado para novo modelo de “*do many, mentored always*”.²³ Se antes o cirurgião em formação observava seus mestres nas primeiras operações e já as executava no próprio paciente, os seus primeiros atos médicos na cirurgia convencional e na videocirurgia é mandatório não mais admitir e aplicar este modelo de treinamento. O cirurgião em formação agora deve assistir várias vezes, treinar múltiplas vezes sob supervisão de seus instrutores para atingir nível de habilidade que pode ser mensurado por meio de programas descritos na literatura até ser considerado hábil a realizar a sua primeira videocirurgia em paciente.

Os chamados simuladores médicos foram utilizados em várias áreas da medicina, inicialmente em modelos simples para acesso venoso, para cateterização de orifícios, até modelos mais evoluídos como manequins para prática de ressuscitação cardiopulmonar, intubação, ausculta pulmonares e cardíacas, inclusive partos.

Com a evolução da tecnologia, associada à inspiração de outras áreas não médicas como a aviação e indústria militar, surgiram os primeiros simuladores de alta fidelidade com

tecnologia refinada, muito fiéis e semelhantes às características anatômicas humanas; porém, são de alto custo e restritos a grandes centros de formação médica.^{2,22}

Com a propagação da videocirurgia, a disponibilidade dos equipamentos, a facilidade de aquisição de materiais somada às altas taxas de sucesso da técnica pela menor injúria tecidual, rápida recuperação com menor morbidade e mortalidade, a videocirurgia veio ocupar o espaço de muitas operações convencionais corriqueiras ao cirurgião geral.

Urgia, assim, a necessidade de ensinar o médico residente em modelos que mimetizassem os instrumentos e a anatomia para esta nova modalidade cirúrgica, sem que houvesse prejuízo para o paciente e que garantisse a repetição para prática segura e fiel às diferenças das habilidades necessárias para as operações laparoscópicas. Com isto, alguns centros começaram a desenvolver plataformas e caixas com modelos sintéticos que lembravam modelos humanos e simulavam movimentos característicos das operações videolaparoscópicas - as chamadas “caixas pretas”.²

Apesar da existência de modernos simuladores virtuais, ainda são de muita importância e grande valia os simuladores de baixa fidelidade que permanecem como excelente alternativa para o ensino, prática e aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas.^{6,25} Sabe-se que prática e repetição em simuladores em videocirurgia impactam no desempenho intraoperatório. O treinamento em cirurgia deve ser sequencial com o aluno adquirindo habilidades cada vez mais complexas que podem contribuir para reduzir a morbidade e mortalidade do paciente cirúrgico.²⁰ O treinamento deve iniciar em simuladores com repetições e aprimoramento das habilidades até que possa executar com segurança ato cirúrgico em paciente.

A necessidade do treinamento com repetição e frequência constante para aquisição e melhora das habilidades em videocirurgia pode ser suprida com simulador de baixo custo e fácil execução.^{11,30} Simuladores de alta fidelidade tem custo elevado e não estão disponíveis em vários centros de formação de residentes de cirurgia geral. A idealização e confecção de plataforma com materiais acessíveis de baixo custo e viável, de fácil replicabilidade e acessibilidade, justificam os esforços deste projeto em desenvolver e replicar novo modelo adaptado à realidade do meio acadêmico local.

O objetivo deste estudo foi, assim, desenvolver modelo para ensino e treinamento em videocirurgia com plataforma de baixa fidelidade, baixo custo e fácil execução de tarefas que utilizem materiais sintéticos.

MÉTODO

Desenvolvimento da plataforma

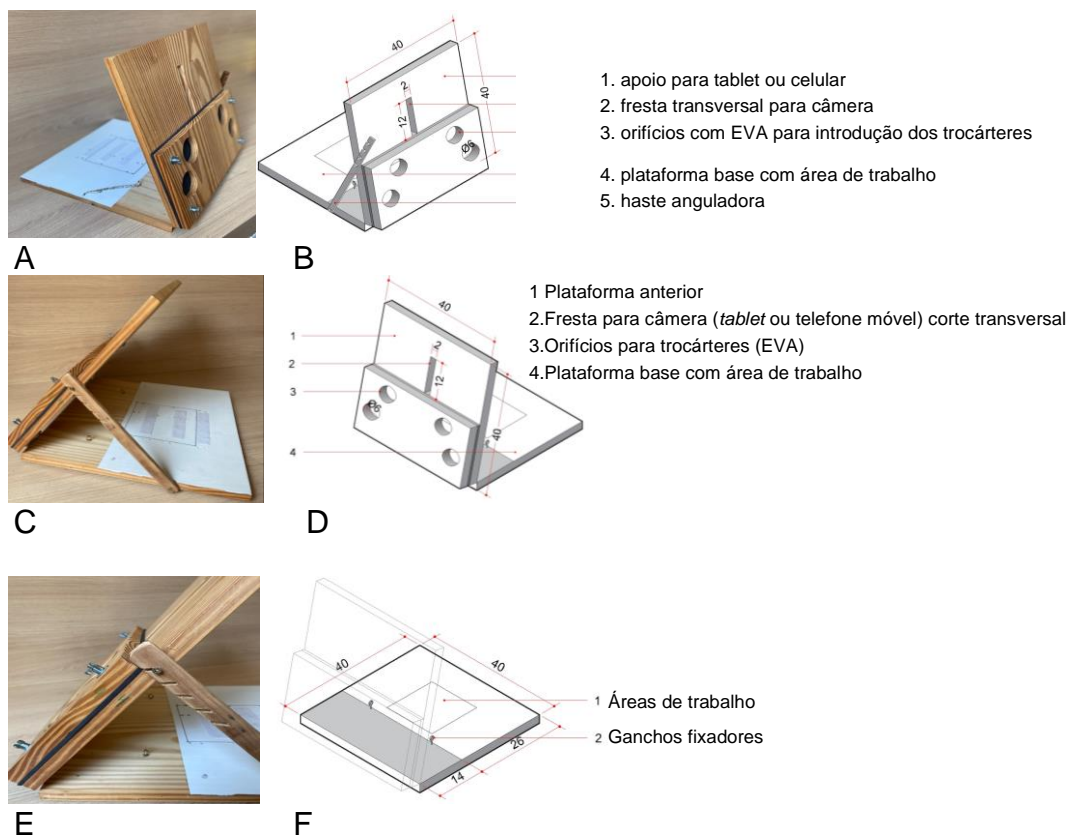
O modelo foi constituído por 2 placas de madeira de 40x40 cm com 1,5 cm de espessura unidas por dobradiças. Em uma delas foi fixada com 4 parafusos e porcas do “tipo borboleta” outra placa menor de 20x40 cm com 4 orifícios de 6 cm de diâmetro, realizados com serra copo e folha de EVA (polímero emborrachado - etileno acetato de vinila) entre as duas placas (Figuras 1A a 1F). Para angular os dois folhetos da plataforma fixou-se na extremidade lateral haste de madeira 25 cm parcialmente serrilhada onde há a possibilidade de ser movida em vários ângulos através de um parafuso nos sulcos.

O EVA tem a função de segurar os trocárteres durante a manipulação, mimetizando a parede abdominal. A placa menor tem também a função de apoiar o *tablet* ou celular. No centro dessa placa menor foi realizado um corte transversal com 12 cm de altura e 3 cm de largura por onde adapta-se a câmera do celular ou *tablet* funcionando como câmera de vídeo (monitor).

Na base da madeira que se apoia na mesa foi traçado quadrado de 15x15 cm que servia de orientação para colocação dos artefatos de cada tarefa na área de trabalho. Foi

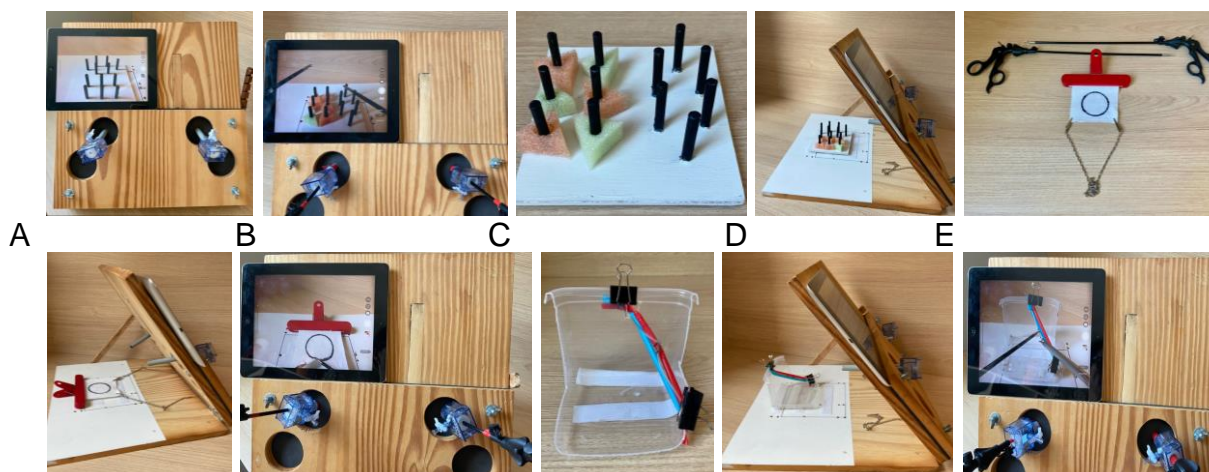
afixado também velcros com fita dupla face para fixação dos materiais e 2 ganchos de metal para fixação das correntes odontológicas do tipo jacaré (preendedor de babador).

A plataforma pode ser apoiada em vários locais, superfícies e ambientes, além de que se adapta à altura e ergonomia do indivíduo que irá utilizá-la. O uso do *tablet* possibilita campo de visão bastante semelhante aos monitores em videocirurgia. A posição dos trocárteres e pinças assemelha-se à realidade do ato cirúrgico transformando a plataforma em simulador bastante fiel aos movimentos realizados em videolaparoscopia. Neste trabalho utilizou-se o modelo de *tablet* da marca Apple® - geração quarta IPAD retina, tela 9,7 polegadas com resolução de 2048x1536 e resolução da câmera de 5 megapixels



Fonte - Projeto arquiteta Bruna de Pieri (2023)

FIGURA 1 – Plataforma: A) visão lateral vazada; B) perspectiva isométrica plataforma visão lateral; C) visão lateral com haste anguladora; D) perspectiva isométrica; E) haste com ângulos e base da área de trabalho; F) perspectiva isométrica plataforma base com área de trabalho.



F G H I J

FIGURA 2 - A) visão frontal da plataforma com *tablet* e trocárteres; B) visão com instrumentos em ação; C) *peg board* - tabuleiro; D) *peg board* no campo de ação da plataforma; E) clipe jumbo com gaze dupla e prendedores, pinças dissectoras e tesoura videopalaroscópica; F) gaze posicionada no campo de ação da plataforma; G) visão da atividade de corte de gaze; H) modelo representando via biliar; I) modelo de via biliar no campo de ação da plataforma; J) visão da atividade aplicação de “clipes” e secção do ducto cístico.

Desenvolvimento dos artefatos sintéticos

Considerando as habilidades videolaparoscópicas básicas que devem ser adquiridas ou melhoradas para a realização de procedimentos em cirurgia videolaparoscópica no Brasil, adaptou-se as tarefas do *Fundamentals of Laparoscopic Surgery* (FLS) para nossa realidade com os materiais normalmente disponíveis nos nossos hospitais. Das 5 atividades, 3 foram fielmente reproduzidas: transferência de objetos (*peg transfer*), corte de gaze e confecção de ponto intracavitário; 2 atividades foram adaptadas à realidade do procedimento mais realizado pelos residentes em cirurgia geral no nosso meio: clipagem e secção e colocação de modelo de peça cirúrgica (vesícula biliar) em saco de látex.

Transferência de objetos - Peg transfer

Construiu-se modelo em madeira de 13x13 cm com 12 pinos (cavilhas de madeira) com 4,5 cm de altura, previamente fixados. A disposição das cavilhas ocorreu de forma que a tarefa pode ser realizada conforme modelo do FLS, 6 pinos à esquerda, em forma triangular, e 6 à direita, em forma hexagonal. Confeccionou-se também 6 triângulos equiláteros de 2,5 cm de espuma de EVA com 1 furo central realizado com caneta de solda com diâmetro de 1 cm.

A tarefa consta em transferir os objetos coloridos com 2 pinças dissectoras do tipo Maryland, previamente dispostas da coluna da esquerda para a da direita do tabuleiro; iniciar com a pinça da mão não dominante para a dominante, transferindo cada triângulo no ar e colocá-los nos pinos à direita. Depois, faz-se a operação reversa iniciando com a mão dominante e terminando com a não dominante. Não há importância na sequência de local e cor. Os objetos podem ser alocados aleatoriamente. O tempo se inicia quando se toca o primeiro triângulo e termina ao se soltar o último; tempo máximo de 300 s. A penalidade é aplicada se objeto cair fora do campo de visão e não puder ser recuperado. Se cair dentro do campo de visão continua a tarefa com a última mão que o tocou e conclui o movimento. Calcula-se penalidade com % de objetos que não puderam ser transportados ao deixar cair o triângulo fora do campo visual. Pontua-se escore 0 se ultrapassar 300 s.

Corte de gaze

Fixa-se clipe plástico jumbo no velcro superior por onde se prende o folheto superior de gaze de lâmina dupla de viscose e poliéster (pré-marcada com círculo de raio de 5 cm com caneta hidrográfica preta) pela borda superior e na borda inferior com 2 correntes odontológicas do tipo jacaré (prendedor de babador). As correntes são alinhadas em 2 ganchos de metal pré-fixados. Deve-se deixar a gaze suspensa cerca de 3-5 mm.

O aluno deve realizar a secção com tesoura laparoscópica com auxílio da pinça dissectora do tipo Maryland para tração sobre a linha demarcada, em toda a circunferência da gaze em cima da marcação. A gaze é dupla, no entanto apenas o folheto superior será avaliado para pontuar a tarefa. O objetivo é concluir a tarefa em menor tempo possível e manter a linha de corte dentro da linha demarcada. O tempo se inicia quando a gaze é tocada e termina com a secção completa de todo o círculo. Se a gaze se soltar do clipe,

continua-se a atividade sem refixá-la em tempo máximo de 300 s. Calculam-se as penalidades por meio de % da área em que ocorreu o desvio (seccionar fora da linha demarcada) a cada 2 mm cortado para fora do círculo subtraindo-se 1 s de penalidade). Pontua-se escore 0 se ultrapassar 300 s.

Clipagem e secção

Com o intuito de simular modelo anatômico de clipagem e secção (via biliar), adaptou-se recipiente de plástico com cerca de 15 cm³ fixado nos velcros da plataforma. Fez-se corte com abertura central e 2 orifícios diagonais por onde se passavam 3 estruturas tubulares presas por prendedores de papel de metal de 25 mm. As estruturas eram compostas por 2 canudos - um de cor azul (veia) e outro vermelha (artéria) e sonda nasogástrica tamanho 14 representando o ducto cístico. Nesta sonda, era realizada 3 marcações - duas proximais e uma distal - simulando o local de colocação dos cliques em colecistectomia laparoscópica.

A atividade consistia em o participante clipar, clipagem simples, no segmento representando o cístico distal à vesícula e clipagem dupla no segmento proximal ao colédoco. Realizava-se a secção entre os cliques. A contagem do tempo iniciava-se com a visualização do clipador com clipe montado na tela do *tablet*/celular (cavidade abdominal) e da pinça auxiliar, e terminava com a secção do cístico entre os cliques aplicados em tempo máximo de 120 s. Calculam-se as penalidades quando se aplicava o clipe de maneira inadequada (10 pontos para cada clipe que não clipou todo o tubo, ou ficou solto, ou fora das linhas pré-marcadas). Pontuava-se escore 0 se ultrapassasse 120 s).

Colocação de peça em saco e retirada

Confeccionou-se modelo sintético representando a vesícula biliar preenchida por cálculos em feltro com 11 cm de comprimento e 4 cm no maior diâmetro preenchido com sementes de feijão (peso de 30 g). Colocou-se 1 clipe 300 laparoscópico no vértice simulando a clipagem do cístico na peça. O saco foi confeccionado com luva estéril de látex padrão número 7 com sutura com fio de algodão 2-0 em bolsa na borda livre. A outra extremidade era amarrada com fio, tomando a forma de saco utilizado em operações.

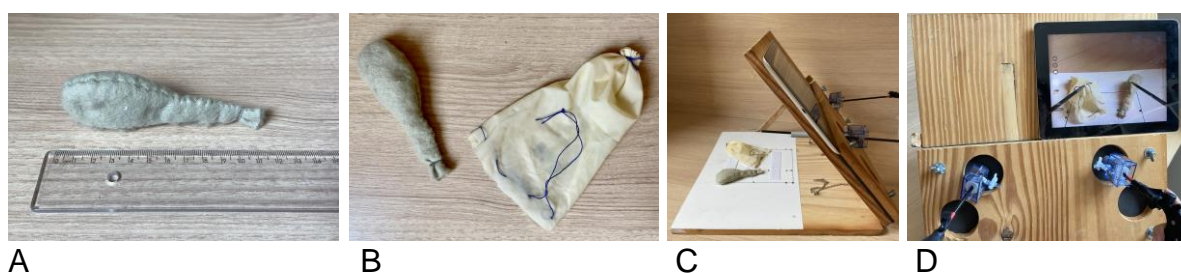


FIGURA 3 – A) Modelo de vesícula biliar; B) modelo de vesícula biliar e saco para retirada; C) visão da vesícula e saco no campo de ação da plataforma; D) visão da atividade colocação de peça e retirada.

A tarefa consistia em introduzir o modelo da vesícula biliar dentro do saco de látex e fechá-lo através da tração dos fios previamente fixados nele. Ela iniciava-se com a visualização das 2 pinças de Maryland no campo visual e terminava com a tração e fechamento do saco, estando o modelo da vesícula biliar dentro dele. O aluno devia pinçar a borda do saco e introduzir a vesícula totalmente dentro dele e fechá-lo através da tração dos fios previamente fixados. Foi estipulado o tempo máximo de 300 s para esta tarefa. Calculavam-se as penalidades se não houvesse fechamento adequado pela tração dos fios da sutura em bolsa ou se a peça ficasse com porção para fora do saco, subtraindo-se 50 pontos. Pontuava-se escore 0 se ultrapassar 300 s, ou não conseguisse finalizar a tarefa.

Ponto intracavitário

Como base flexível para apoio do dreno, utilizou-se esponja de poliuretano (Scotch Brite®) com 110x75x20 mm fixada no velcro da plataforma. Na superfície da esponja fixava-se pedaço de velcro que coaptava com a outra porção do velcro e com o dreno. Utilizou-se dreno de Penrose número 3, de 5 cm, com pré-corte na face anterior com cerca de 1,5 cm. Cada borda do corte foi marcada com caneta esferográfica preta a 3 mm da margem

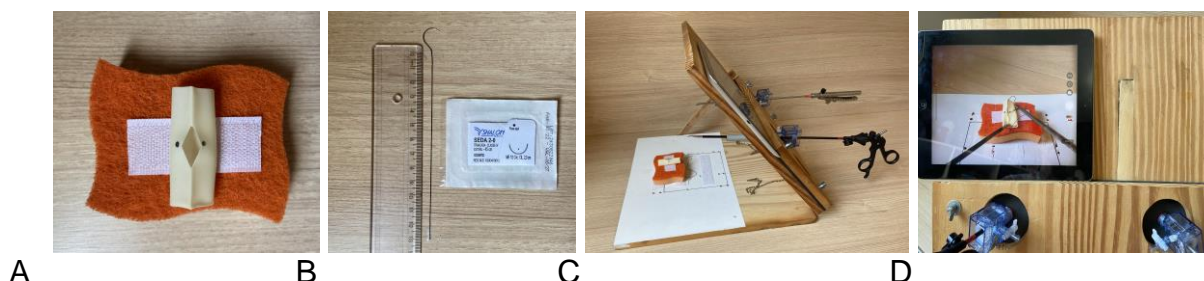


FIGURA 4 - A) Modelo de Penrose para ponto; B) fio de seda com 13 cm; C) visão da atividade do ponto intracavitário no campo de ação; D) visão da atividade do ponto intracavitário

Para realizar o ponto utilizava-se fio de 13 cm (seda 2-0, agulha cilíndrica com 2 cm) da marca Shalon®.⁶ Eram confeccionados 3 seminós quadrados com a técnica adequada. Utilizava-se fio de 13 cm (seda 2-0 com agulha cilíndrica 2 cm) e a pinça auxiliar.⁵ O aluno devia realizar o nó quadrado, composto por 3 seminós adequadamente colocados sem descolar o Penrose do velcro. A contagem do tempo iniciava-se quando se tocava o fio. A tarefa terminava com finalização do terceiro seminó e corte do fio em tempo máximo 600 s. Calculavam-se as penalidades por realizar o nó não quadrado ou inadequado (0 pontos para nó seguro, 10 para o solto ou frouxo, e 20 para nó que se desfazia). Pontuava-se escore 0 se ultrapassasse 600 s ou não conseguisse finalizar a tarefa.

Amostra

A amostra foi composta por 15 cirurgiões gerais com mais de 10 anos de experiência em videolaparoscopia. Iniciou-se a avaliação com vídeo explicativo de 20 min que demonstrava a execução das tarefas e as formas de pontuação. A seguir, cada cirurgião executava as 5 tarefas, gravadas para posterior análise e pontuação. Media-se as habilidades de acordo com a pontuação estabelecida.

Análise estatística

Estudou-se o desempenho através da pontuação para cada tarefa de cada cirurgião e aplicou-se a fórmula descrita. Após calculava-se a mediana do grupo para cada tarefa. Os resultados de variáveis quantitativas foram descritos por média, erro-padrão da média, mediana, mínimo e máximo. Inicialmente a análise descritiva foi realizada considerando-se os tempos alvo de cada atividade. O escore final obtido pelo cirurgião foi calculado como sendo o tempo-alvo de execução da atividade (tempo máximo admissível para a atividade), subtraindo-se o tempo de execução (em segundos) e a penalidade quando aplicada. Em seguida, considerando-se que os tempos-alvo são diferentes para cada atividade, para que elas tivessem escores com amplitudes equivalentes e se tornassem comparáveis, cada escore final foi dividido pelo tempo alvo e multiplicado por 100. Assim, cada escore variava de 0% a 100% e poderia ser interpretado como sendo a porcentagem do tempo alvo atingido na execução da atividade. O escore final maior refletia maior habilidade do cirurgião. Para a comparação das atividades, em relação ao escore final, foi usado o teste não paramétrico de Friedman. Valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente

significativo. Para as comparações múltiplas das atividades, os valores de p foram corrigidos por Bonferroni. Os dados foram organizados em planilha Excel® e analisados com o programa computacional IBM SPSS Statistics v.20.0.

RESULTADOS

Amostra

A análise apresentada a seguir foi realizada com base nos dados de 15 cirurgiões que, usando o modelo de simulador descrito neste estudo, realizaram 5 atividades relacionadas à cirurgia laparoscópica. Para cada um deles e a cada atividade, foi obtido escore final o qual refletia a habilidade do cirurgião ao realizar a tarefa. Para determiná-lo foram considerados os seguintes elementos: valor de corte=tempo máximo admissível para a atividade (tempo de referência=escore alvo); tempo=tempo de execução da atividade (em segundos); penalidade=aplicada para falta de precisão na realização da atividade; escore final=valor de corte menos tempo de execução menos a penalidade. Quanto menor o tempo de execução da atividade, maior o escore final. Quanto maior o escore final, maior a habilidade.

Escore final=Tempo máximo em segundos (-) Tempo de execução da atividade em segundos (-) Penalidade cada tarefa em segundos

Os escores finais foram calculados a partir dos valores de corte (escore alvo) de 300 para transferência de objetos, corte de gaze e colocação peça em saco e retirada de 120 para clipagem e secção, e de 600 para ponto intracavitário.

Na Tabela 1, são apresentados a média, erro-padrão, mediana, mínimo e máximo do tempo para realização de cada atividade, da penalidade aplicada e do escore final. Na Tabela 2 são apresentados, para cada atividade, o valor de corte estabelecido para a atividade, a média e erro-padrão (desvio-padrão dividido pela raiz quadrada de n=15, mediana, mínimo e máximo para o tempo de execução da atividade (em segundos), a penalidade e o escore final.

TABELA 1 - Descrição de tempo, penalidade e escore final

		Transferência de objetos (300 s)	Corte de gaze (300 s)	Clipagem e secção (120 s)	Colocação peça em saco e retirada (300 s)	Ponto intracavitário (600 s)
Variável	Valor de corte = escore alvo					
Tempo (s)	Média ± EP	160 ± 11	168 ± 12	57 ± 3	68 ± 12	218 ± 21
	Mediana (min-max)	169 (94 - 229)	165 (50 - 248)	55 (36 - 79)	58 (23 - 213)	212 (149 - 462)
Penalidade	Média ± EP	0 ± 0	0,5 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	Mediana (min-max)	0 (0 - 0)	0 (0 - 4)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)	0 (0 - 0)
Escore final	Média ± EP	140 ± 11	132 ± 12	63 ± 3	232 ± 12	382 ± 21
	Mediana (min-max)	131 (71 - 206)	135 (51 - 250)	65 (41 - 84)	242 (87 - 277)	388 (138 - 451)

EP=erro padrão (desvio-padrão dividido pela raiz quadrada de n=15)

Análise dos resultados obtidos pelos cirurgiões

Considerando-se os percentuais em relação ao escore alvo que os valores de corte (tempo alvo) eram diferentes para cada atividade, para que as atividades tivessem escores com amplitudes equivalentes e se tornassem comparáveis, cada escore final foi dividido pelo tempo alvo e multiplicado por 100. Assim, cada escore variava de 0% a 100% e podia ser interpretado como sendo a porcentagem do escore máximo atingido na execução da atividade, ou seja, a porcentagem do tempo alvo. Quanto maior a porcentagem, maior a habilidade.

Comparação das atividades quanto ao escore final (%)

Testou-se a hipótese nula de que os escores finais (%) eram iguais para todas as atividades vs. hipótese alternativa de que os escores não eram todos iguais. Na Tabela 2 são apresentadas estatísticas descritivas dos escores finais de cada uma das 5 atividades e o valor de p do teste estatístico.

TABELA 2 - Escores finais atividades (p<000,1)

	Escore final (0 a 100%)					p*
	Transferência de objetos (1)	Corte de gaze (2)	Clipagem e secção (3)	Colocação peça em saco e retirada (4)	Ponto intracavitário (5)	
Média ± EP	46,8% ± 3,8%	43,9% ± 4,0%	52,8% ± 2,6%	77,4% ± 4,2%	63,7% ± 3,5%	<0,001
Mediana (min-max)	43,7% (23,7% - 68,7%)	45% (17% - 83,3%)	54,2% (34,2% - 70%)	80,7% (29% - 92,3%)	64,7% (23% - 75,2%)	

EP=erro-padrão (desvio-padrão dividido pela raiz quadrada de n=15); *Teste não-paramétrico de Friedman, p<0,05

Considerando-se que foi encontrada diferença significativa entre as atividades, elas foram comparadas 2 a 2. Na Tabela 3 estão apresentados os valores de p dessas comparações.

TABELA 3 - Valores de p entre as atividades, comparadas 2 a 2

Atividades comparadas	p*
1 x 2	1
1 x 3	1
1 x 4	<0,001
1 x 5	0,027
2 x 3	1
2 x 4	<0,001
2 x 5	0,005
3 x 4	0,003
3 x 5	0,209
4 x 5	1

*Teste não-paramétrico de Friedman, p<0,05 (valores de p corrigidos por Bonferroni)

Os resultados indicaram diferença significativa ao comparar a atividade 5 com as 1 e 2. Na 5, a média do escore final foi maior do que as médias das atividades 1 e 2 (63,7% comparado com 46,8% e 43,9%), ou seja, a habilidade do ponto intracavitário foi maior do que aquela de transferência de objetos e de corte de gaze.

Também foi encontrada diferença significativa ao comparar a atividade 4 com as 1, 2 e 3. Nesta atividade, a média do escore final foi maior do que nas 1, 2 e 3 (77,4% comparado com 46,8%, 43,9% e 52,8%).

Não foi encontrada diferença significativa entre as atividades 1, 2 e 3. Da mesma forma, entre as 3 e 5 e, também, 4 e 5.

Na Figura 5 são apresentados medianas, 1º e 3º quartis (25% - 75%), mínimo e máximo do escore final de cada atividade. Também são vistos "outliers" (escores afastados da maior parte dos dados) e "extremos" (escores muito afastados da maior parte dos dados).

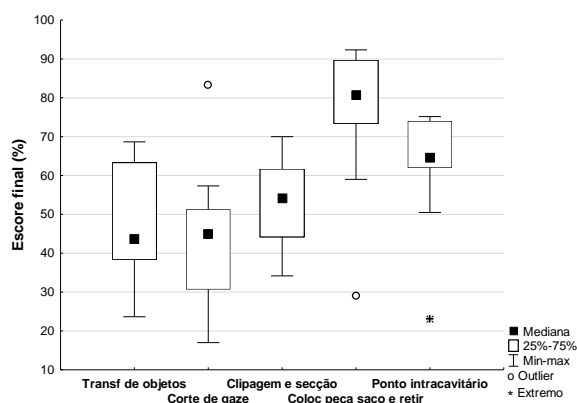


FIGURA 5 - Média, erro-padrão e escore final

Custos

Os custos da plataforma e atividades encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4 – Custo da plataforma

Material	Valor unitário	Valor total
Tábua de madeira de pinus aparelhada 200X 40 X1,5 cm	R\$ 102,00	R\$ 102,00
Dobradiças pino simples 4"- 4 unidades	R\$ 2,80	R\$ 11,20
Unidade parafusos simples- 2 unidades	R\$ 0,07	R\$ 0,14
Kit parafuso com porca borboleta 1,4x21/2-4 unidades	R\$ 2,30	R\$ 9,20
Folha de EVA	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Gancho para madeira com rosca 15x30- 2 unidades	R\$ 0,15	R\$0,30
Tinta branca artesanato	R\$ 6,50	R\$ 6,50
Caneta hidrográfica	R\$ 5,00	R\$ 5,00
Preço total		R\$139,34 U\$ 27.05

TABELA 5 – Custo atividade

Atividade 1 -Transferência de objeto – Peg transfer	
Tábua de madeira (chapa de mdf)	R\$ 7,00
Cavilha de madeira	R\$ 1,19 (12 u)14,28
Cola branca	R\$ 11,00
Boia flutuadora	R\$ 1,19
Total	R\$ 33,47
Atividade 2- Corte de gaze	
Gaze dupla de viscose e poliéster	R\$ 0,20
Clipador jumbo plástico	R\$ 7,20
Corrente odontológica do tipo jacaré	R\$ 17,10
Total	R\$ 24,50
Atividade 3- Clipagem e secção	
Canudos plásticos	R\$ 0,38
Recipiente plástico	R\$ 11,80
Sonda nasogástrica tamanho 14	R\$ 1,18
Prendedores de papel 25 mm	R\$ 11,00
Kit clipe videolaparoscópico	R\$ 7,08
Total	R\$ 31,44
Atividade 4- Colocação peça em saco e retirada	
Tecido feltro + agulha e fio	R\$ 12,00
Grãos de feijão	R\$ 0,08
Kit clipe videolaparoscópico	R\$ 7,08
Luva de látex	R\$ 1,83
Fio de algodão	R\$ 0,81
Total	R\$ 21,80
Atividade 5- Nó intracorpóreo	
Esponja de poliuretano	R\$ 2,30
Velcro	R\$ 0,10
Fita dupla face	R\$ 0,20
Dreno de Penrose (1/4 do dreno)	R\$ 0,25
Fio de seda	R\$ 2,20
Caneta hidrográfica	R\$ 5,00

Total	R\$ 10,05
Custo das atividades nas avaliações	
atividades	custo avaliação
Atividade 1	r\$ 33,47
Atividade 2	r\$ 24,50,
Atividade 3	r\$ 31,44
Atividade 4	r\$ 21,80
Atividade 5	r\$ 10,05
Total	R\$121,26

DISCUSSÃO

Com a disseminação e bons resultados das cirurgias videolaparoscópicas, percebeu-se a necessidade de treinamento dos cirurgiões para realizá-las através de simuladores. Devido às particularidades das suas habilidades, o método de ensino exige adaptação neuronal e motora para reprodução dos movimentos da operação convencional em videolaparoscópica.^{7,11}

O programa do FLS definiu 5 diferenças básicas entre estas modalidades cirúrgicas: a) visão monocular com limitação da percepção de profundidade; b) magnificação da imagem; c) limitação da amplitude do movimento devido à localização fixa do trocarte; d) efeito de fulcro; e) uso de instrumentos longos que amplificam o tremor e que fornecem feedback tátil reduzido.^{6,30}

A diferença principal já se inicia com a visão, pois o cirurgião necessita operar com o olho fixo no monitor enquanto opera em outra direção com visão bidimensional. Com isto, há falta da noção e percepção de profundidade, que tem que ser compensada ou desenvolvida com outras aptidões como sensibilidade ao toque e jogo de sombra/luminosidade. Para adaptação destas diferenças, os simuladores surgiram como a opção mais segura e prática tanto para aprendizado quanto para treinamento.

Vários modelos de simuladores sintéticos foram desenvolvidos com materiais básicos como caixas de madeira e papel, até modelos mais sofisticados como os de caixas acrílico com câmeras acopladas e computadores portáteis.^{3,12}

Desde a descrição da primeira caixa preta por Sackier et al.²², em 1991, utilizada em acrílico, vários outros modelos surgiram e já foram replicados e descritos na literatura. Em 2017, Li & Joseph¹⁵ do *Imperial College of London* fizeram revisão dos trabalhos, citando simulador laparoscópico de baixo custo no Medline entre 1990-2014 e encontrou 73 modelos, sendo 60 não comercializados. Entre estes 60, 41 (68%) utilizaram caixa plástica com tampa pronta para venda para simular a cavidade abdominal e apenas 19 utilizaram materiais customizados como madeira ou papelão. Para visualização da imagem, a maioria utilizou *webcam* em 32% e os demais variaram entre *laptop*, *tablets*, outros tipos de câmeras - sendo a minoria com visão direta através da caixa.¹⁵

Em outra revisão realizada em 2020 por Sharma et al.²⁴ sobre os simuladores de baixo custo, descreveram-se os principais pontos que tornam ideais para o cirurgião nas fases iniciais de treinamento. Os simuladores apresentavam, além de baixo custo, baixa manutenção, pequenas dimensões, leves para o transporte em qualquer local para prática. Tinham fácil construção com materiais baratos e disponíveis em qualquer parte do mundo, além da capacidade de ser usado repetidas vezes por diferentes indivíduos sem avariar. Ainda, com relação às características físicas, estes simuladores tinham múltiplas entradas para portais o que facilitava atingir os objetos de treino por múltiplos ângulos. Isto auxiliava e possibilitava tarefas com grande semelhança às situações clínicas e atuações cirúrgicas fiéis às operações videolaparoscópicas reais. Permitiam também ao indivíduo tornar-se familiarizado com diferenças anatômicas, diferentes texturas de tecidos, ganhando, assim, experiência na prática.^{21,24}

Se for considerado o material comercializado pelo FLS, à exceção do alto custo, ele pode ser também considerado relativamente frágil, volumoso e de difícil transporte. Em 2004, Feldman et al.⁹ fez revisão de 30 trabalhos publicados entre 1997 e 2002 comparando

o resultado entre modelos sintéticos e virtuais, e concluíram que não havia superioridade entre eles. Em 1999, Fried GM¹¹ comparou o ganho de habilidades no treinamento com o simulador, utilizando o modelo animal com o sintético e não houve diferença entre eles.

Já o modelo de plataforma desenvolvido neste trabalho mostrou-se prático e apresenta as características dos simuladores de baixo custo, para o qual foi utilizado madeira e outros acessórios de fácil acesso. Tem fácil replicabilidade, podendo ser construído pelo próprio médico. Tem a vantagem de ser transportado para diferentes ambientes para treino ou avaliação. Tem, ainda, a possibilidade de ser associado a *tablet* ou até mesmo ao telefone celular.

Quanto ao material, pinças e porta-agulhas, constituem-se em materiais normalmente encontrados nos hospitais, e possível usá-los para o treinamento com a plataforma.

Existem na literatura vários modelos sintéticos com os mais variados materiais e atividades. Como as tarefas devem apresentar graus de dificuldade crescente, os primeiros modelos praticavam atividades básicas como transportar grãos de feijão de um recipiente para outro de diferentes diâmetros, transportar os mesmos grãos para potes com alturas diferentes. Então, foram construídos modelos com ganchos fixos, onde uma linha deve ser passada pelos orifícios dos ganchos dispostos em vários ângulos diferentes para o treino de habilidades mais finas e adaptação ao manuseio das pinças dissectoras. Algumas tarefas utilizavam fios para serem percorridos trajetos tubulares “túneis” de madeira, modelos para prática do uso da tesoura e treino de dissecação simulando exérese de cisto. Foi mimetizada também a introdução de 2 bexigas cheias fixas em plataforma, onde apenas a mais externa devia ser cortada sem estourar a interna. Para treinamento de preensão e manipulação delicada de tecidos foram utilizadas tarefas como descascar frutas.^{22,24} Neste estudo, os modelos sintéticos utilizados foram adaptação dos modelos do FLS. Houve modificação em 2 tarefas para adequar as técnicas cirúrgicas do meio local. As tarefas também foram idealizadas para terem ordem crescente de complexidade, culminando com o nó intracorpóreo que é considerado a habilidade com o maior grau de dificuldade e completa na cirurgia videolaparoscópica.

Vale ressaltar ainda que a transferência de objetos foi também adaptada. Esta tarefa foi desenvolvida para treinar noção de profundidade, destreza bimanual, movimentos simultâneos e autonomia. Verificou-se que esta atividade na plataforma deste estudo foi adequada para o treinamento, cujos movimentos devem ser ambidestros e possibilitem desenvolver habilidade em realizar movimentos em 2 dimensões. Como verificado nos resultados da Tabela 3, todos os cirurgiões testados finalizaram esta tarefa em tempo adequado, mesmo sem ter treinado neste modelo proposto. Se for comparado o tempo médio dos cirurgiões (140 mais ou menos 11) com o dos cirurgiões do trabalho de Derossis et al.⁵, de 1998 - que foram 192 mais ou menos 11 -, pôde-se verificar que mesmo nunca tendo feito este tipo de treinamento os cirurgiões deste estudo tiveram bom desempenho. Contudo, deve-se considerar que os cirurgiões videolaparoscopistas do artigo citado tinham acesso a estes treinamentos já disponíveis há décadas nos seus respectivos países.

Vale destacar também que a segunda tarefa foi fielmente adaptada do FLS para aprimorar a preensão de tecidos com leveza, movimentos desnecessários, precisão de corte, adaptação do movimento em fulcro limitado pelo trocarte. Ajustado a isso, foi observado que os cirurgiões da amostra ao realizarem esta tarefa, estavam cumprindo o que ela representa bem, ou seja, as atividades de ambidestralidade e trabalho em 2 dimensões.

Os escores dos cirurgiões aqui demonstrados foram em média 132 ± 12 s, quando comparados com os do trabalho de Derossis et al.⁵, que foram 212 ± 6 s, permitiu-se verificar que eles foram melhores que os desta amostra. Pode-se especular que o fato de os cirurgiões do artigo terem acesso a treinamento prévio com esta tarefa em modelo sintético explicaria este melhor desempenho.

Neste estudo, esta tarefa foi adaptada para avaliar ou treinar o uso do instrumento clipador e secção com tesoura em local pré-determinado. Pôde-se observar sua utilidade no treinamento destes 2 instrumentos. A clipagem e secção de estruturas durante operações videolaparoscópicas é frequentemente utilizada e o cirurgião deve ter esta habilidade para realizar as várias operações com esta técnica. Determinou-se como tempo máximo para realizá-la 120 s cujos resultados mostraram que todos os cirurgiões da amostra fizeram em tempo satisfatório.

Esta tarefa foi adaptada ainda para avaliar ou treinar a colocação de peças cirúrgicas em saco para posterior retirada através de um dos portais de laparoscopia. Determinou-se tempo máximo de 300 s para sua realização. Verificou-se que com esta tarefa foi possível fazer o treinamento ou avaliação de habilidades importantes como colocação de peça cirúrgica dentro de estrutura maleável com posterior tração do fio para fechar a sutura em bolsa. Nesta, também todos os cirurgiões da amostra a finalizaram em tempo satisfatório, variando em percentagem de 29% a 92,3%. Acredita-se que o desenvolvimento de habilidades para realizá-la, assim como as outras 4 são bastante úteis para se começar a realizar operações videolaparoscópicas em seres humanos.

Esta tarefa representa, ainda, a habilidade para se realizar vários tipos de sínteses, sejam pontos simples até suturas videolaparoscópicas, uma vez que se constitui em uma das habilidades com maior grau de dificuldade para se adquirir. Os cirurgiões da amostra realizaram esta atividade em ótimo tempo. Seus resultados variaram de 382 ± 21 s. Os cirurgiões videolaparoscopistas do grupo de Derossis et al.⁵ realizaram-na em média com 322 ± 69 s. O desempenho do grupo de cirurgiões da amostra foi superior ao do grupo de cirurgiões experientes, do grupo do estudo comparativo.

Pode-se apenas especular sobre estes resultados: talvez esta atividade seja muito utilizada na rotina dos cirurgiões estudados. Portanto, eles estariam adequadamente treinados para ela, uma vez que não realizaram treinamento neste tipo de plataforma e modelo sintético de tarefa.

Quanto à amostra do estudo com 15 cirurgiões experientes mostrou que todos foram capazes de realizar as tarefas em tempo razoável. Assim, este resultado nas tarefas replicadas do FLS foi semelhante aos do grupo de 6 cirurgiões videolaparoscópicos da literatura.⁶

A literatura sugere que o treinamento com as repetições das tarefas do estudo habilita cirurgião para realizar as atividades cirúrgicas básicas em videolaparoscopia.^{6,13,29}

Neste estudo, observou-se que as tarefas realizadas apresentam grau de dificuldade crescente e adequado para que o cirurgião não treinado em videolaparoscopia se torne habilitado, se respeitar a prática com repetições sequenciadas. A literatura consultada preconizou de 4 a 5 sessões com 1 h de duração.^{6,13,29} Já na amostra deste estudo com 15 cirurgiões experientes em videolaparoscopia, com mais de 10 anos de atividade com esta técnica, foi observado que todos foram capazes de realizar as tarefas em tempo satisfatório. Finalizaram-nas de maneira adequada e em tempo muito menor que o máximo pré-determinado.

A literatura sugere que o treinamento com as repetições das tarefas habilita cirurgião para realizar as atividades cirúrgicas básicas em videolaparoscopia. O número de sessões de treinamento para que o aluno se torne proficiente em cada tarefa foi variável na literatura, mas de 5 sessões, com duração de 1 h cada, com intervalo de 1 semana entre elas foi utilizado por vários autores com ótimos resultados.^{5,11,26}

Neste trabalho, a realização de avaliação de grupo de residentes de primeiro ano nestas tarefas mostraria o grau de habilidade que eles possuem. A seguir poderia ser feito treinamento neste modelo de plataforma com 5 sessões, e segunda avaliação. Se for considerado o resultado do grupo de cirurgiões deste estudo como meta a ser atingida poderia ser avaliado quanto estes residentes melhorariam suas habilidades em comparação com o grupo de cirurgiões.

Certamente, os residentes, após treinados, iniciariam o aprendizado de operações videolaparoscópicas com muito mais facilidade e segurança.

Assim como padronizado pelo SAGES e ABS, este treinamento poderia ser utilizado aqui no Brasil para habilitação oficial do cirurgião videolaparoscópico e fazer parte dos programas de residência médica em cirurgia.

Ademais, considerando o alto custo do simulador do FLS original de U\$1,199.00, o modelo apresentado neste estudo é de baixo custo, apenas R\$139,34 (U\$27.05) somado ao custo do *tablet* ou telefone móvel, simples execução e de fácil mobilidade.

Ressalta-se que, como muitos estudantes e profissionais da área da saúde possuem celulares ou *tablet*, isso poderia baratear o treinamento, sendo necessário apenas a aquisição dos insumos das tarefas e execução dos modelos sintéticos e plataforma.

Enquanto no estudo de Li & Joseph¹⁵ de 2017, o custo das plataformas não comerciais variou de U\$5.00 a U\$100.00 dólares, sem incluir o instrumental, apenas para confecção da plataforma sem instrumento para captação da imagem. Foi reportado, ainda, o uso de material reutilizável de procedimentos cirúrgicos prévios ou doações de instituições, além de que muitos estudos omitiram o custo real do simulador.¹⁶ Mas, o presente trabalho com o custo de US\$ 5 apresentou 2 modelos. O primeiro utilizava apenas 1 pasta com lombada de A-Z evertida e tachinhas para mapa para fixar o *tablet*, sendo realizado cortes com furadeira para passagem do instrumental. O segundo, apenas 2 caixas de papelão de papéis sulfites sobrepostas, também com tachinhas para mapa para fixar o *tablet*.²¹

A plataforma apresentada neste trabalho, por ser de fácil adaptação em diferentes ambientes e superfícies e de baixo peso, pode ser transportada para diferentes locais de treino.

As limitações encontradas foram não se terem disponíveis os dados completos do estudo que motivou a pesquisa para que a comparação estatística fosse mais abrangente. Contudo, esta amostra consistiu em 15 participantes contra apenas 6 do estudo de Derossis et al.⁵. Como os dados foram coletados e gravados poderiam ser analisados por mais de 1 examinador para conferência dos tempos e penalidades. Com mais tempo hábil, poderia ter sido feito questionário com os cirurgiões da amostra para analisar sua experiência e avaliar se o modelo atende e abrange todas as habilidades úteis na cirurgia videolaparoscópica.

As implicações futuras deste projeto são tentar validar o modelo por meio de coleta de novos dados com maior número de participantes em variados graus de formação acadêmica e médica, realizar questionário para se obter *feedback* da experiência e impressão do praticante, e ampliar o estudo para realizar análises comparativas do impacto do desenvolvimento de habilidades com a prática e treino sequenciado. Planeja-se também replicar a plataforma para torná-la disponível nos centros onde ocorram os estudos futuros com a finalidade de expandir o conhecimento adquirido com o desenvolvimento da plataforma e das atividades mediante publicação na literatura.

CONCLUSÃO

O modelo desenvolvido mostrou ser de baixo custo e prático. Considerando que todos os cirurgiões finalizaram as atividades em tempo adequado, mostrando bom nível de habilidade mesmo nunca tendo treinado neste tipo de plataforma, sugere-se que o modelo de treinamento desenvolvido pode ser adequado ao ensino e treinamento em videocirurgia.

REFERÊNCIAS

1. Brunt LM. FLS: Celebrating a decade of innovation in surgical education. *Bulletin of the Am Coll Surg*. 2014;99:10-5.
2. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med Journal*. 2008;84(997):563-70. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009886>

3. Couto RS, Veloso AC, Antunes FG, Ferrari R, Carneiro RGF. Device model for training of laparoscopic surgical skills. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2015;42(6):418-20. <https://doi.org/10.1590/0100-69912015006012>
4. Cullinan DR, Schill MR, DeClue A, Salles A, Wise PE, Awad MM. Fundamentals of laparoscopic surgery: not only for senior residents. *J Surg Educ.* 2017;1(1):1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.07.017>
5. Derossis AM, Bothwek J, Sigman HH, Fried GM. The effect of practice on performance in a laparoscopic simulator. *Surg endos.* 1998b;12:1117-20. <https://doi.org/10.1007/s004649900796>
6. Derossis AM, Fried GM, Abrahamowicz M, Sigman HH, Barkun J, Meakins JL, et al. Development of a model for training and evaluating of laparoscopic skills. *Am J Surg* 1998;175:482-7. [https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(98\)00080-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(98)00080-4)
7. Feldman LS, Cao J, Andalib A, Shannon F, Fried GM. A method to characterize the learning curve for performance of fundamental laparoscopic simulator task: Defining "learning plateau" and "learning rate". *Surgery.* 2009;381-6. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.02.021>
8. Feldman LS, Sherman V, Fried GM. Using simulators to assess laparoscopic competence: ready for widespread use? *Surgery.* 2004;135(1):28-42. [https://doi.org/10.1016/s0039-6060\(03\)00155-7](https://doi.org/10.1016/s0039-6060(03)00155-7)
9. Feldman LS, Cao J, Andalib A, Shannon F, Fried GM. A method to characterize the learning curve for performance of fundamental laparoscopic simulator task: Defining "learning plateau" and "learning rate". *Surgery.* 2009;381-6. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.02.021>
10. Fraser SA. Evaluating laparoscopic skills, setting the pass/fail score for the MISTELS system. *Surg Endosc.* 2003; 17:964-7. <https://doi.org/10.1007/s00464-002-8828-4>
11. Fried GM. Comparison of laparoscopic performance in vivo with performance measured in a laparoscopic Simulator. *Surg Endosc.* 1999;13:1077-81. <https://doi.org/10.1007/s004649901176>
12. Fried GM. FLS assessment of competency using simulated laparoscopic tasks. *J Gastrintest Surg* 2008;12: 210-2. <https://doi.org/10.1007/s11605-007-0355-0>
13. Fried GM. Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg.* 2004; 24(3):518-28. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000136941.46529.56>
14. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Safe Health Care.* 2004;13(1):2-10. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.009878>
15. Li MM, Joseph G. A systematic review of low cost laparoscopic simulators. *Surg Endosc.* 2017; 31(1):38-48. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4953-3>
16. Lyons AS, Petrucelli RJ. *Medicine, An Illustrated History.* Reprint. Originally published Abrahams 1978. New York: Abradale; 1987:616.
17. Nacul MP, Cavazolla LT, Melo MC. Current status of residency training in laparoscopic surgery in Brazil: a critical review. *ABCD Arq Bras Cir Dig.* 2015;28(1):81-5. <http://doi.org/10.1590/S0102-67202015000100020>
18. Peter JH, Fried GM, Swanstrom LL, Soper NJ, Lelan FS, Bruce S, et al. Development and validation of a comprehensive program of education and assessment of the basic fundamentals of the basic laparoscopic surgery. *Surgery.* 2004;135(1): 21-7. [https://doi.org/10.1016/s0039-6060\(03\)00156-9](https://doi.org/10.1016/s0039-6060(03)00156-9)
19. Reznick RK. Teaching and testing technical skills. *Am J Surg.* 1993;165:358-61. [https://doi.org/10.1016/s0002-9610\(05\)80843-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(05)80843-8)
20. Rosser JC, Rosser LE, Savalgi RS. Skill acquisition and assessment for laparoscopic surgery. *Arch surg.* 1997;132: 200-204. <https://doi.org/10.1001/archsurg.1997.01430260098021>
21. Ruparel RK, Brahmabhatt RD, Dove JC, Hutchinsin RC, Stauffer JA, Bowers SP, et al. iTrainers "- Novel and inexpensive alternatives to traditional laparoscopic box trainers. *Urology.* 2014;83:116-20. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2013.09.030>
22. Sackier JM, Berci G, Paz-Partlow M. A new training device for laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1991;5(3):158-9. <https://doi.org/10.1007/bf02653227>
23. Satava RM. Emerging trends that herald the future of surgical simulation. *Surg Clin North Am.* 2010; 90(3):623-33. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2010.02.002>
24. Sharma D, Agrawal V, Bajaj J, Agarwal P. Low-cost simulation systems for surgical training: a narrative review. *J Surg Simul.* 2020; 5:1-20. <https://doi.org/10.1102/2051-7726.2020.0005>
25. Spaner SJ, Warnock GL. A brief history of endoscopy, laparoscopy, and laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 1997;7:369-73. <https://doi.org/10.1089/lap.1997.7.369>
26. Stefanidis D, Acker C, Heniford BT. Improved operating room skill that is resistant to decay. *Surg Innov.* 2008;15(1):69-73.
27. Stefanidis D, Walters C, Mostafavi A, Heniford BT. What is the ideal interval between training sessions during proficiency-based laparoscopic simulator training? *Am J Surg.* 2009;197(1):126-9. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2008.07.047>
28. Sutherland LM, Middleton PF, Anthony AF, Cregan P, Scott D, Maddern GJ. Surgical simulation: a systematic review. *Surgery.* 2006; 243(3):291-300
29. Swanstrom LL, Fried GM, Hoffmann KI, Soper NJ. Beta test results of a new system assessing competence in laparoscopic surgery. *J Am Coll Surg.* 2006; 202(1):62-9. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2005.09.024>
30. Vassiliou M. FLS and FES comprehensive models of training and assessment. *Surg Clin N Am.* 2010; 90(3):535-8. <https://doi.org/10.1016/j.suc.2010.02.012>

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.