



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E
SIMULAÇÃO EM SAÚDE

FRANCISCO MARTINS NETO

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE SIMULADOR PARA O
ENSINO DE HABILIDADES PRÁTICAS EM CIRURGIA TORÁCICA
MINIMAMENTE INVASIVA

FORTALEZA-CE
2020

FRANCISCO MARTINS NETO

DESENVOLVIMENTO DE SIMULADOR DE CAVIDADE TORÁCICA PARA O
ENSINO DE HABILIDADES PRÁTICAS EM CIRURGIA TORÁCICA MINIMAMENTE
INVASIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva do Centro Universitário Christus, como requisito para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: simulação no ensino da área cirúrgica. Linha de Pesquisa: desenvolvimento, aperfeiçoamento e inovação de simuladores, equipamentos e instrumentais para a cirurgia minimamente invasiva.

Orientador: Prof. Dr Acrísio Sales Valente

FORTALEZA-CE
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Centro Universitário Christus - Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M379d

Martins Neto, Francisco.

Desenvolvimento e validação de simulador para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva / Francisco Martins Neto. - 2020.

85 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Acrísio Sales Valente.

Área de concentração: Simulação no ensino da área cirúrgica.

1. Cirurgia torácica vídeo-assistida. 2. Educação médica. 3. Treinamento em cirurgia. 4. Tecnologia de ensino. 5. Simulação realística.
I. Título.

CDD 610.28

FRANCISCO MARTINS NETO

DESENVOLVIMENTO DE SIMULADOR DE CAVIDADE TORÁCICA PARA O
ENSINO DE HABILIDADES PRÁTICAS EM CIRURGIA TORÁCICA MINIMAMENTE
INVASIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva do Centro Universitário Christus, como requisito para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: simulação no ensino da área cirúrgica. Linha de Pesquisa: desenvolvimento, aperfeiçoamento e inovação de simuladores, equipamentos e instrumentais para a cirurgia minimamente invasiva

Orientador: Prof. Dr Acrísio Sales Valente

Aprovada em: 11 / 06 / 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Acrísio Sales Valente (Orientador)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Moura Júnior
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Josué Viana de Castro Neto
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A Deus, por iluminar nosso caminho e nos conceder sabedoria e força necessárias para vencermos os obstáculos e alcançarmos nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Quintino Martins Pereira e Maria Augusta Barreto Martins que me orientaram a sempre seguir o caminho certo e que somente com trabalho e perseverança podemos vencer.

À minha esposa Daniela Lima Chow Castillo, que sempre está ao meu lado como um verdadeiro alicerce para nos mantermos firmes na nossa missão, dedicando seu carinho, compreensão, sabedoria e amor a mim e aos meus filhos e às minhas filhas Maria Luísa, Sophia e Cecília, e ao meu filho Artur pela compreensão nos momentos de ausência e pelo carinho sempre dedicado a mim.

Aos meus colegas mestrandos pelo apoio mútuo e pela disposição em enfrentar esse desafio.

Ao Centro Universitário Christus por proporcionar toda a estrutura e educação necessárias para realização desse projeto.

Ao professor Dr. Acrísio Sales Valente, professor do Centro Universitário Christus, orientador dessa dissertação, pelos ensinamentos, paciência, dedicação e atenção dispensadas.

Ao professor Dr. Luiz Gonzaga de Moura Júnior, professor do Centro Universitário Christus, co-orientador dessa dissertação, por todo o apoio e incentivo na realização desse projeto.

Ao professor Dr. Hermano Alexandre Lima Rocha, professor do Centro Universitário Christus, pela atenção e tempo dispensados na análise dos dados coletados e pelos ensinamentos na área da estatística.

Aos professores do Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva da Unichristus por todo ensinamento e orientações, fundamentais para a realização desse trabalho.

Ao Dr. Sérgio Tadeu, presidente da Sociedade Brasileira de Cirurgia Torácica, que permitiu a realização do trabalho durante o Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica.

Aos colegas cirurgiões torácicos que participaram da validação do simulador durante o Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica.

Ao Dr. Alexandre Marcelo Rodrigues Lima, cirurgião torácico do Hospital César Cals, pelo tempo dispensado na avaliação dos vídeos das suturas dos 25 cirurgiões e pela colaboração valiosa nesse projeto.

Ao Dr. Rafael Pontes de Siqueira, cirurgião torácico do Hospital Dr. Carlos Alberto Studart, pelo tempo dispensado na avaliação dos vídeos das suturas dos 25 cirurgiões.

Ao engenheiro e amigo Régis Luiz Sabiá de Moura, diretor da RS Soluções Médicas, por toda a ajuda na elaboração e construção desse projeto.

“Qualquer um que para de aprender é velho, seja aos 20 ou aos 80 anos. Qualquer pessoa que mantém a aprendizagem contínua, continua jovem. A coisa mais importante da vida é manter sua mente jovem.”

(HENRY FORD)

RESUMO

INTRODUÇÃO: A cirurgia torácica por vídeo (VATS) ocupa um espaço cada vez maior no tratamento das patologias torácicas devido as suas vantagens tais como menor tempo de internação, menos dor e morbidade reduzida. Apesar das vantagens, uma maior difusão da técnica tem sido limitada pela dificuldade de treinamento. A simulação realística pode diminuir os custos e o tempo para aprendizado, com conseqüente redução de erros na execução do procedimento. Existe uma carência de modelos de simulação específicos principalmente no Brasil. **OBJETIVO:** O presente trabalho teve por objetivo o desenvolvimento e simulador de cavidade torácica e sua validação em situação de aprendizagem prática. **METODOLOGIA:** A primeira fase consistiu na concepção e desenvolvimento de um simulador de cavidade torácica baseado no tórax humano e com disposição de três portais para VATS. Na segunda etapa participaram do estudo 25 cirurgiões torácicos e residentes de cirurgia torácica, sendo realizado uma simulação de sutura pulmonar (em dois planos) em pulmão feito de elastômero termoplástico (TPE). Foram realizadas três etapas de sutura consecutivas com *feedback* e orientação do pesquisador ao final de cada etapa, e concorrente a partir da segunda etapa. Todos os vídeos foram gravados para análise sendo utilizado o OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skills*) e uma escala de erros por dois observadores independentes. **RESULTADOS:** O simulador de cavidade torácica é composto por um console simulando o hemitórax esquerdo, toracotomia auxiliar de 6x2,5cm e 2 portais de 1,5cm, além sistema de câmera de alta resolução conectada a um monitor 22 polegadas. Na avaliação dos participantes, 96% classificaram como ótimo ou excelente o design, aspecto visual, ergonomia de posicionamento e triangulação dos portais, e 98% a qualidade da imagem, conferindo realismo ao simulador (*Face validity*). Houve uma diminuição no tempo nas três etapas, com tempo inicial de $435,7 \pm 105$ caindo no último para $355,6 \pm 76,8$ ($p=0,001$), aliada a uma avaliação da eficácia e desempenho da simulação como ótima ou excelente por 96% dos participantes, indicando uma validação de conteúdo (*Content validity*). Uma análise comparativa de experiência prévia com endosuturas e o tempo de sutura na simulação demonstrou que o grupo mais experiente apresentou maior redução no tempo de procedimento ($p=0,021$). Houve também diferença no tempo de sutura quando comparamos os grupos proficientes e não proficientes em lobectomia por VATS. Essas duas últimas análises sugeriram uma validação de constructo (*Construct validity*) A avaliação dos vídeos pelo OSATS e escala de erros só demonstraram diferença estatística para o OSATS 2 ($p=0,039$) com evolução progressiva na melhoria das medidas. **CONCLUSÃO:** O simulador de cavidade torácica desenvolvido apresentou validade de realismo, conteúdo e de construção, podendo, juntamente com o pulmão de TPE, ser utilizado no treinamento de cirurgia torácica minimamente invasiva. O modelo de simulação de sutura pulmonar permitiu ganho de habilidade em sutura endoscópica em cirurgia torácica.

Palavras-chave: Cirurgia torácica vídeo-assistida. Educação médica. Treinamento em cirurgia. Tecnologia de ensino. Avaliação baseada em treinamento. Simulação realística.

ABSTRACT

BACKGROUND: Video-assisted thoracic surgery (VATS) has been getting an increasing space in the treatment of most thoracic pathologies due to its advantages such as shorter hospitalization, less pain and reduced morbidity. Despite these advantages, a broader diffusion of this technique has been limited by the difficulty of training new surgeons given the lack of specific simulation models, especially in Brazil. Realistic simulation can reduce costs and time for learning, with consequent reduction of errors in procedure execution. **OBJECTIVES:** The present work aimed at the development of a chest simulator and its validation in a practical learning situation. **METHODS:** The first step was the development of a chest simulator based on the human chest and the provision of three portals for VATS. In the second stage, twenty-five thoracic surgeons and residents of thoracic surgery participated in the study. It comprised a simulation of two types of sutures (horizontal and vertical mattress) in a lung made of thermoplastic elastomer (TPE). Three consecutive suture sessions were conducted with feedback and guidance from the researcher at the end of each session, and concurrent from the second session. Videos were recorded for analysis by using OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skills*) and error scale by two independent and blind observers. **RESULTS:** The chest cavity simulator consists of a console simulating the left hemithorax, 6x2.5cm auxiliary thoracotomy portal and 2 1.5cm portals, plus a dual camera system connected to a 22inch monitor. In the participants' evaluation, 96% rated the design, visual appearance, positioning ergonomics and triangulation of the portals as excellent or excellent, and 98% rated the image quality as excellent, confirming Face validity to the simulator. There was a decrease in time in the three stages with initial time of 435.7 ± 105 falling in the last to 355.6 ± 76.8 ($p = 0.001$), indicating a content validity to the simulator. Comparative analysis of previous experience with sutures and suture time in the simulation showed that the most experienced group had a more pronounced reduction in procedure time ($p = 0.021$), suggesting construct validity. In addition, there was a difference in suture time when comparing the proficient and non-proficient groups in VATS lobectomy, but only in step 3 it was significant. OSATS video evaluation and error scale only demonstrated statistical difference for OSATS 2 ($p = 0.039$) with progressive evolution in the improvement of the measurements. **CONCLUSION:** The developed thoracic cavity simulator presented validity of realism, content and construction, being able, together with the TPE lung, to be used in minimally invasive thoracic surgery training. The pulmonary suture simulation model allowed for endoscopic suture skill gain in thoracic surgery.

Key-words: Video-assisted thoracic surgery. Medical Education. Surgery training. Teaching technology. Evaluation based on training. Realistic Simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Manequim baseado em tórax humano. A) tórax humano em decúbito lateral direito expondo o hemitórax esquerdo e as incisões de uma VATS 3p. B) Manequim simulando o hemitórax esquerdo e incisões de uma VATS 3p	26
Figura 2	- Toracotomia auxiliar. A) Molde no console. B) TA recoberta com TPE. C) TA com uso de Surgisleeve	26
Figura 3	- Testes de posicionamento de câmera. A e B) Câmera fixa; C e D) Câmera móvel	27
Figura 4	- Posicionamento do monitor. A) Posição do monitor; B) Ergonomia do cirurgião com o monitor	28
Figura 5	- Pulmão de TPE. A) Pulmão em impressora 3D; B) Pulmão na cavidade do manequim; C) Pulmão do TPE	28
Figura 6	- Corrediça para introdução das peças.....	29
Figura 7	- Simulador em <i>stand</i> do XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica.....	31
Figura 8	- Pulmão de TPE com 3 incisões elevadas	32
Figura 9	- Instrumentais e fio. A) Abaixador de nó, porta-agulha, pinça de dissecação Dbakey; B) Fio de poligalactina 3.0	32
Figura 10	- Cronômetro digital do <i>Iphone XS</i> ®	33
Figura 11	- Câmera 700TVL USB AV <i>Endoscopy Camera</i> ®	33
Figura 12	- A) Ótica Stryker®, 5mm 30 graus. B) Câmera 700 TVL USB AV <i>Endoscopy Camera</i>	34
Figura 13	- Vídeo demonstrativo de sutura pulmonar. A) Modelo de sutura; B) Sutura em barra rega. C) Sutura em chuleio	35
Figura 14	- Participantes realizando o experimento.....	36
Figura 15	- Início da sutura e da cronometragem.....	37
Figura 16	- Sutura em barra grega no sentido anterior para posterior do pulmão de TPE. A) primeiro ponto com três nós. B e C) sutura em barra grega.....	37

Figura 17 - Sutura em chuleio no sentido posterior para anterior. A) início da sutura em chuleio no final da sutura em barra grega. B) sutura em chuleio. C) final da suta em chuleio com ponto e três nós	38
Figura 18 - Fluxograma do experimento de sutura pulmonar	39
Figura 19 - Console em fibra de vidro reproduzindo o hemitórax esquerdo ...	46
Figura 20 - Móvel de courino para base de apoio	47
Figura 21 - Monitor marca Samsung®	47
Figura 22 - Câmera SK-C600®	48

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Avaliação das características do simulador e da simulação	40
Quadro 2 - Escala de avaliação de desempenho global	42
Quadro 3 - Escala de análise de erros	43
Quadro 4 - Avaliação dos cirurgiões do simulador desenvolvido	56
Tabela 1 - Partes do simulador com preço	49
Tabela 2 - Características gerais dos cirurgiões estudados	50
Tabela 3 - Experiência dos cirurgiões estudados	51
Tabela 4 - Tempo de sutura realizado no modelo de cavidade torácica proposto	51
Tabela 5 - Correlação entre parâmetros relacionados a habilidades do cirurgião com lobectomias e o tempo de sutura no simulador	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Médias marginais estimadas de tempo em relação as etapas ($p < 0,05$)	52
Gráfico 2	- Médias marginais estimadas de tempo em relação ao gênero	52
Gráfico 3	- Médias marginais estimadas de tempo em relação a tocar algum instrumento	53
Gráfico 4	- Tempo de sutura de acordo com a realização de curso de cirurgia de por vídeo ($p < 0,05$).....	54
Gráfico 5	- Tempo de sutura de acordo com a experiência prévia de sutura por vídeo ($p < 0,05$)	54
Gráfico 6	- Tempo de sutura de acordo com a proficiência em lobectomias por vídeo ($p < 0,05$ apenas entre tempo 3).....	55
Gráfico 7	- Medidas marginais estimadas de OSATS 1	57
Gráfico 8	- Medidas marginais estimadas de OSATS 2	58
Gráfico 9	- OSATS e proficiência por quartil	58
Gráfico 10	- Medidas marginais estimadas Erros 1	59
Gráfico 11	- Medidas marginais estimadas Erros 2	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2p	Dois portais
3D	Três dimensões
3p	Três portais
ACGME	<i>Accreditation Council for Graduate Medical Graduation</i>
AV	Áudio e Vídeo
CMI	Cirurgia minimamente invasiva
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
DP	Desvio-padrão
Dvr	<i>Digital video recorded</i>
EI	Espaço intercostal
EUA	Estados Unidos da América
EVA	Espuma vinílica acetinada
GRSOP	<i>Global Rate Scale of Operative Performance</i>
IBM	International Business Machines
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
OSATS	<i>Objective Structured Assessment of Technical Skills</i>
R1	Residente de primeiro ano
R2	Residente de segundo ano
RCA	<i>Radio Corporation of America</i>
RV	Realidade virtual
TA	Toracotomia auxiliar
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TPE	<i>Thermoplastic Elastomers</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
VATS	<i>Video Assisted Thoracic Surgery</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

%	percentual
<	menor que
>	maior que
±	mais ou menos
cm	centímetro
g	grama
m ²	metro quadrado
min	minutos
mm	milímetro
ms	milissegundos
°C	grau Celsius
s	segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Cirurgia torácica vídeo-assistida (VATS)	18
1.2	Simulação	20
1.3	Problema	22
1.4	Justificativa	23
2	OBJETIVOS	24
2.1	Objetivo Geral	24
2.2	Objetivos Específicos	24
3	MÉTODOS	25
3.1	Delineamento do estudo	25
3.2	Simulador	25
3.3	Modelo de treinamento de sutura pulmonar	29
3.3.1	<i>Local do Estudo</i>	29
3.3.2	<i>População do estudo</i>	30
3.3.3	<i>Amostragem</i>	30
3.3.4	<i>Critérios de inclusão</i>	30
3.3.5	<i>Critérios de exclusão</i>	30
3.3.6	<i>Coleta de dados</i>	31
3.3.7	<i>Materiais utilizados</i>	31
3.3.7.1	Simulador	31
3.3.7.2	Peça	31
3.3.7.3	Instrumentais e Fio	32
3.3.7.4	Cronômetro digital do Iphone XS com precisão de 10ms para medição da sutura completa	33
3.3.7.5	Computador MacBook Air, 11', processador de 2,2 GHz Intel Core, 7, memória 8 Gb 1600 MHz DDR3	33
3.3.7.6	Câmera de vídeo	33
3.4	Descrição da intervenção	34
3.5	Avaliação	39
3.5.1	<i>Avaliação do simulador</i>	39
3.5.2	<i>Avaliação do experimento de sutura pulmonar</i>	40

3.6	Variáveis	43
3.6.1	<i>Variáveis independentes</i>	43
3.6.2	<i>Variáveis numéricas</i>	44
3.6.3	<i>Variáveis do questionário de avaliação do simulador e simulação...</i>	44
3.7	Análise estatística	45
3.8	Aspectos éticos	45
4	RESULTADOS	46
4.1	Avaliação do simulador	46
4.2	Experimento de sutura pulmonar	49
4.2.1	<i>Características da amostra</i>	49
4.2.2	<i>Tempo de sutura</i>	51
4.3	Avaliação do simulador	55
4.4	Avaliação dos vídeos quanto à escala de avaliação global e escala de erros	57
5	DISCUSSÃO	60
5.1	Simulador	60
5.2	Simulação	62
6	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	68
	APÊNDICES	72
	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

1.1 Cirurgia torácica vídeo-assistida (VATS)

A cirurgia torácica vídeo-assistida, mais comumente chamada de VATS (*Video-Assisted Thoracic Surgery*) representou um grande avanço na cirurgia torácica na segunda metade do século passado. Nenhum outro avanço foi tão significativo para a mudança na forma como os cirurgiões torácicos realizam seu trabalho. Atualmente existe uma tendência para realização do maior número de procedimentos torácicos por VATS, justificando a maior aplicação por parte dos cirurgiões devido as suas vantagens incontestáveis, tais como menor tempo de internação, menos dor, menor morbidade e retorno mais rápido as atividades cotidianas quando comparada a cirurgia convencional, também chamada de cirurgia aberta (GAUDET; D'AMICO, 2016; L. SIHOE, 2012; NWOGU *et al.*, 2015).

A realização da primeira intervenção vídeo-assistida é atribuída ao médico Hans Christian Jacobeus. Ele utilizou um cistoscópio para fazer a primeira laparoscopia e depois a primeira toracoscopia para avaliação da cavidade pleural, sendo publicado no *Munich Journal*, em 1910 na Alemanha (BRAIMBRIDGE, 1993).

Somente com a melhoria nos equipamentos para videocirurgia houve uma expansão no emprego e aumento da indicação da técnica em cirurgia torácica. Inicialmente usada no tratamento de patologias pleurais, pela simplicidade desses procedimentos e pela menor necessidade de habilidades específicas e menor chance de lesões fatais.

A primeira lobectomia por vídeo com sucesso no tratamento de neoplasia de pulmão é atribuída ao médico Giancarlo Roviario, em 1991. Ele descreve a técnica com utilização de quatro portais de 10mm para introdução da ótica e de pinças, além de uma incisão auxiliar, mini toracotomia, de 4cm em posição inframamária. A dissecação e ligadura das estruturas hilares foram feitas de forma separadas, semelhante à técnica convencional. O paciente evoluiu no pós-operatório com mínima dor e excelente resultado cosmético (ROVIARO *et al.*, 1992).

Uma das primeiras séries de casos de lobectomias vídeo-assistidas foi publicada pelo Dr. Ralph Lewis. Nessa publicação ele especifica sua técnica que consiste em ligadura simultânea das estruturas do hilo pulmonar (artéria, veia e brônquio) contrastando com a técnica tradicional e mais aceita que é a dissecação e

ligadura separada das estruturas hilares. Por esse motivo essa cirurgia foi criticada e não se tornou a forma ideal para realização de ressecções por câncer. Apesar dessas críticas essa ela permanece como uma opção no arsenal do cirurgião torácico, principalmente para ressecções pulmonares por patologias benignas (LEWIS *et al.*, 1997).

A VATS foi criticada por muito tempo em relação aos resultados de segurança, morbidade e mortalidade, o que prejudicou sua disseminação pelo mundo. Tudo mudou em 2006 quando o Dr. Robert MacKenna publicou uma série de 1100 lobectomias, sendo 1015 ressecções para tratamento de câncer de pulmão, demonstrando ser uma cirurgia segura, com baixa morbidade e mortalidade. Apresentou uma taxa de conversão em 28 pacientes (2,5%) para toracotomia por motivos diversos: sangramento intra-operatório, tamanho do tumor, invasão da parede torácica, necessidade de broncoplastia, aderências e reparo de brônquio devido a lesão por intubação com tubo duplo lúmen (MCKENNA; HOUCK; FULLER, 2006). A técnica utilizava 2 portais de 15mm, o primeiro na linha axilar anterior e a nível do sexto espaço intercostal, e o segundo na linha axilar posterior a nível do oitavo espaço intercostal, além de uma incisão auxiliar (TA) de 4 a 6cm a nível do quarto espaço intercostal na linha axilar anterior. Essa técnica, também conhecido com VATS em três portais, é até hoje realizado por muitos cirurgiões em todo o mundo, inclusive para ressecções mais complexas (LI; WANG, 2013).

Muitas dessas conversões poderiam não acontecer na atualidade, pois o avanço nos materiais e o desenvolvimento de habilidades permitiram a realização de correção de sangramento intra-operatório por vídeo (MEI *et al.*, 2013), broncoplastia por vídeo (CASO *et al.*, 2018) e lobectomia com toracectomia (PUMA *et al.*, 2018).

Ao longo dos ano, outras técnicas foram surgindo, sendo que a de biportal (2p), que consiste em um portal para ótica no 8º espaço intercostal (EI) na linha axilar posterior associada à uma toracotomia auxiliar (TA) de 4 a 6cm no 5º EI na linha axilar anterior, ganhou a simpatia de muitos cirurgiões e foi difundida pelo Dr. Thomas A. D'Amico (KENTON, 2006). Ele ainda teve um papel importante comprovando os bons resultados oncológicos da lobectomia por VATS no tratamento de pacientes com câncer de pulmão em estágio inicial quando comparada a cirurgia aberta, resultado semelhante ao de outras publicações (NWOGU *et al.*, 2015).

Um aspecto interessante foi a incorporação da técnica uniportal para ressecções pulmonares por VATS. Nessa técnica a ótica, instrumentais cirúrgicos e

grampeadores entram por única incisão no tórax, com tamanho variando de 4 a 8cm. Foi inicialmente descrita para pequenos procedimentos torácicos, tais com segmentectomias ou ressecções em cunha, apresentando bons resultados técnicos e estéticos (ROCCO; MARTIN-UCAR; PASSERA, 2004). A utilização dessa técnica em procedimentos maiores e mais complexos, foi sem dúvida alguma, defendida e amplamente disseminada pelo mundo pelo Dr. Diego Gonzalez (GONZALEZ-RIVAS *et al.*, 2013).

1.2 Simulação

A simulação em cirurgia tem sua origem há mais de 2500 anos. Uma das primeiras simulações registradas data de 600 depois de Cristo, na Índia, com folha e argila como modelo de reconstrução nasal (BADASH *et al.*, 2016).

No modelo proposto por Halstead o ganho de proficiência se dava com base na realização de um grande número de procedimentos. Com o passar dos anos foi decidido por diminuir a carga de trabalho do residente por acreditar que o trabalho excessivo prejudicava o residente e principalmente seus resultados, o que traria riscos aos pacientes atendidos pelos mesmos (GHADERI *et al.*, 2015).

O *Accreditation Council For Graduate Medical Graduation* (ACGME) reduziu, em 2003, a carga de trabalho dos residentes para 80 horas semanais, o que teve um impacto positivo no estilo de vida e no recrutamento de estudantes de medicina para as áreas cirúrgicas, entretanto, isso trouxe conotações sérias na forma como o treinamento é conduzido. Com isso, uma carga considerável ficou em cima dos diretores dos programas para que assegurassem volume de casos e objetivos de aprendizagem adequados para uma boa formação de cirurgiões (DAROSA; BELL; DUNNINGTON, 2003).

Um ponto importante são os custos relacionados à saúde. Sabidamente os custos com aprendizagem em sala de cirurgia são caros. As limitações financeiras impostas pelos seguros de saúde diminuíram as oportunidades dos residentes em aprender em sala de cirurgia, além do mais, a população ganhou consciência dos erros médicos provocados pelo treinamento de residentes e de cirurgiões em novas técnicas cirúrgicas, trazendo esse assunto para o centro das atenções nos problemas relacionados a saúde (BRIDGES; DIAMOND, 1999).

O treinamento através de simulação ganhou papel importante em cirurgia, trazendo ganho de habilidades que podem ser transferidas para o centro cirúrgico, ganho de performance e diminuição dos erros durante o procedimento. Diferentemente de procedimentos reais, os procedimentos realizados através de simulação oferecem um número ilimitado de repetições e, o mais importante, não trazem danos aos pacientes (SCOTT *et al.*, 2000).

A literatura psicomotora entende que objetivos educacionais podem ser melhor alcançados quando a prática é separada da performance, o que nesse caso é a sala de cirurgia. Uma prática de simulação bem distribuída, deliberada e estruturada usando objetivos específicos de performance é o método mais efetivo de ensino de habilidades cirúrgicas usando um simulador. Essa estratégia permite que o residente treine o suficiente, uns mais e outros menos, para alcançar uma performance aceitável e uniforme para uma técnica proposta, evitando fadiga e maximizando a aquisição de habilidades duradouras (SCOTT; DUNNINGTON, 2008).

Quando se compara grupos que realizaram treinamento de simulação com grupos que não o tiveram, temos ganho no conhecimento, nas habilidades e no comportamento, além de ganho moderado para os pacientes tratados pelo grupo que realizou treinamento (COOK *et al.*, 2011). Outro ponto importante é a possibilidade manter as habilidades cirúrgicas por estar sempre exercitando um determinado procedimento sem a necessidade de estar fazendo cirurgia em pacientes, pois sabemos que essas habilidades são ganhas com a manutenção do treinamento e uso das mesmas, e perdidas com o tempo caso contrário (KAHOL *et al.*, 2010).

Pode-se usar a simulação por realidade virtual (RV), essa já está comprovada como eficaz no treinamento de diversos procedimentos, diminuindo o tempo e pode ser de grande valor no treinamento de procedimentos mais complexos (Figura 4). A implementação de modelos de simulação para cada tipo de intervenção poderia acelerar a proficiência nesse procedimento antes de colocar em prática no paciente. O problema desse tipo de simulação é o alto custo do equipamento. Além do custo, no caso específico da cirurgia torácica existe outra questão que é o pequeno número de residentes a serem treinados, o que dificulta o investimento das empresas para desenvolver *softwares* específicos para os procedimentos torácicos (JENSEN *et al.*, 2017).

Estudo randomizado e controlado comparando treinamentos em simuladores de caixa preta e simuladores de realidade virtual apontam vantagem para os primeiros, porém como já foi salientado é importante o desenvolvimento de modelos de RV dedicados a cirurgia torácica, o que pode trazer um ganho importante no treinamento de residentes e de cirurgiões em novas técnicas (JENSEN et al., 2014).

As sociedades de cirurgia torácica reconheceram a necessidade de treinamento através de simulação e estão formulando currículos e estratégias para sua implantação. Fica claro a importância no treinamento simulado de procedimentos por VATS como a lobectomia por vídeo, cirurgia que tem ocupado a cada dia mais espaço. Num futuro não muito distante terá-se que se realizar simulação de lobectomia convencional devido ao grande e crescente número de lobectomia por VATS (CARPENTER et al., 2008).

Utilizando o aforisma de Halsted: “ver um, fazer um, ensinar um”, pode-se perceber que essa forma de aprendizagem não deveria ser aplicada nos dias atuais. Melhor seria usar o aforisma: “ver um, praticar, fazer um, praticar, ensinar um e praticar”. Praticar não pode ser compreendido como fraqueza, mas sim como sinônimo de responsabilidade e ética (HAN; PATRICK, 2019). Treinamento em simulação é associado com melhora nos resultados comparado a não realização de treinamento com simulação (WANG; ERWIN; HAMSTRA, 2015).

Verdadeiramente, não parece razoável e nem ético, uma abordagem direta ao paciente com conhecimento mínimo e habilidade superficial. Nesse contexto, faz necessário uma abordagem de ensino baseado em riscos em plataformas dedicadas, como ferramentas de simulação tais como caixa-preta, laboratórios, realidade virtual 3D, além de modelos dedicados (animais ou cadáver), acompanhado de ensino supervisionado e direto em sala de cirurgia (DIVISI et al., 2017). Os problemas dos simuladores de realidade virtual 3D são os custos e a falta de investimento das empresas em *softwares* para procedimentos torácicos, e em relação aos modelos em animais e cadáveres existem as questões éticas, além do alto custo.

1.3 Problema

A necessidade de treinamento adequado em videocirurgia faz-se necessário para implantação e desenvolvimento da cirurgia por VATS na maioria dos

serviços de residência em cirurgia torácica no Brasil, e para 30 a 40% dos cirurgiões torácicos brasileiros que não tiveram oportunidade neste tipo de treinamento específico. O treinamento em pacientes e animais traz dificuldades éticas, legais e financeiras. Soma-se a isso a reduzida oportunidade para desenvolvimento das habilidades necessárias na sala de cirurgia para execução da lobectomia e da endosutura, com segurança para o paciente, nos programas educacionais de videocirurgia torácica em nosso país.

1.4 Justificativa

Atualmente, não existem simuladores específicos para treinamento em cirurgia torácica no Brasil, além disso, dispõe-se de poucos modelos de simulação específicos para o treinamento de residentes e de cirurgiões torácicos no Brasil. Os simuladores virtuais têm alto custo de aquisição do equipamento e um pequeno número de procedimentos disponíveis para simulação. Sendo assim, existe uma necessidade de desenvolvimento de simuladores e de modelos de simulação realísticas específicos.

Entre os cirurgiões torácicos nordestinos, é permanente a busca por aperfeiçoamento no Sul do país. O deslocamento e o tempo dedicado a capacitação fora de seu centro, especialmente nos tempos atuais em que a educação a distancia deve ser incentivada, reforçam a urgente necessidade de novas metodologias para ensino e aprendizagem dos procedimentos cirúrgicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Conceber e desenvolver um simulador de caixa torácica destinado para treinamento de cirurgia torácica minimamente invasiva.

2.2 Objetivos Específicos

- Validar o simulador de cavidade torácica.
- Desenvolver modelo de ensino em habilidade cirúrgica de sutura de parênquima pulmonar.
- Desenvolver um pulmão sintético para uso em ensino de habilidades cirúrgicas em cirurgia torácica.

3 MÉTODOS

3.1 Delineamento do estudo

Foi realizado um estudo experimental e prospectivo, dividido em duas fases: a construção do simulador de cavidade torácica e uma segunda fase que consistiu na validação através de um modelo de treinamento de sutura pulmonar.

Na primeira fase, concepção e desenvolvimento do simulador, foi realizado em parceria com a RS Soluções[®] Médicas. Nessa fase, o tamanho do tórax e posicionamento dos portais e da toracotomia auxiliar foi obtido por observação e medidas de pacientes submetidos a cirurgia torácica vídeo-assistida (VATS).

Na segunda fase foi realizado um estudo experimental e prospectivo com o recrutamento de cirurgiões, durante o Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica, em Belo horizonte em maio de 2019, para realização de procedimento de sutura pulmonar em três etapas.

3.2 Simulador

Na primeira fase, o simulador foi desenvolvido baseado no tórax humano em decúbito lateral, posição semelhante a usada em VATS (Figura 1), sendo utilizado um protótipo, tipo dorso masculino, em plástico. Foi escolhido como molde o hemitórax esquerdo, pois o modelo de treinamento em peça de animal mais utilizado reproduz uma lobectomia superior esquerda em suíno (TEDDE *et al.*, 2015a). Foi ajustado o nível de profundidade da parte externa a borda do pulmão para simular a profundidade percebida pelo cirurgião durante os procedimentos pulmonares realizados por VATS.

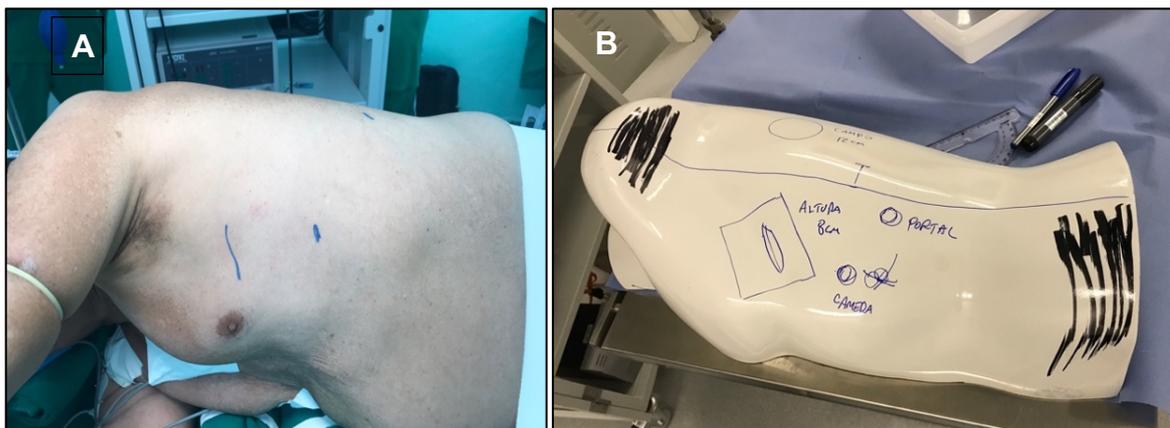


Figura 1 - Manequim baseado em tórax humano. A) Tórax humano em decúbito lateral direito exposto o hemitórax esquerdo e as incisões de uma VATS 3p. B) Manequim simulando o hemitórax esquerdo e incisões de uma VATS 3p.

Fonte: O autor.

Com esse manequim inicial, foram realizadas algumas tentativas, com a presença do cirurgião torácico e do engenheiro. Realizou-se definição e ajuste de tamanho do protótipo e de posicionamento dos portais com intuito de aperfeiçoar as distâncias entre esses, a profundidade da toracotomia auxiliar ao objeto de treinamento, no caso, um pulmão sintético, além do posicionamento das câmeras e do monitor, e de como colocar as peças no interior da cavidade.

Uma base de 13x9cm foi confeccionada na parede lateral do protótipo para a toracotomia auxiliar (TA). A TA foi moldada no console e recoberta com TPE (elastômero termoplástico) com uma abertura total de 6x2,5cm permitindo um acesso à cavidade torácica, de forma realística. Semelhante à cirurgia por VATS em humanos, foi utilizado um dispositivo afastador de partes moles Surgisleeve[®], Medtronic[®] (Figura 2).



Figura 2 - Toracotomia auxiliar. A) Molde no console. B) TA recoberta com TPE. C) TA com uso de Surgisleeve[®].

Fonte: O autor.

Uma das dificuldades foi a identificação do ponto ideal da câmera fixa, bem como do posicionamento ideal da porta para ótica. Diversas tentativas de posicionamento foram importantes para escolha do ponto ideal da câmera fixa ao console, assim como também, da câmera de vídeo móvel que pode ser acoplada ao simulador. Esses testes buscaram um posicionamento que pudesse oferecer imagem semelhante a que o cirurgião torácico está habituado a ver nas cirurgias, levando em conta a angulação, distância e triangulação dos instrumentos (Figura 3).

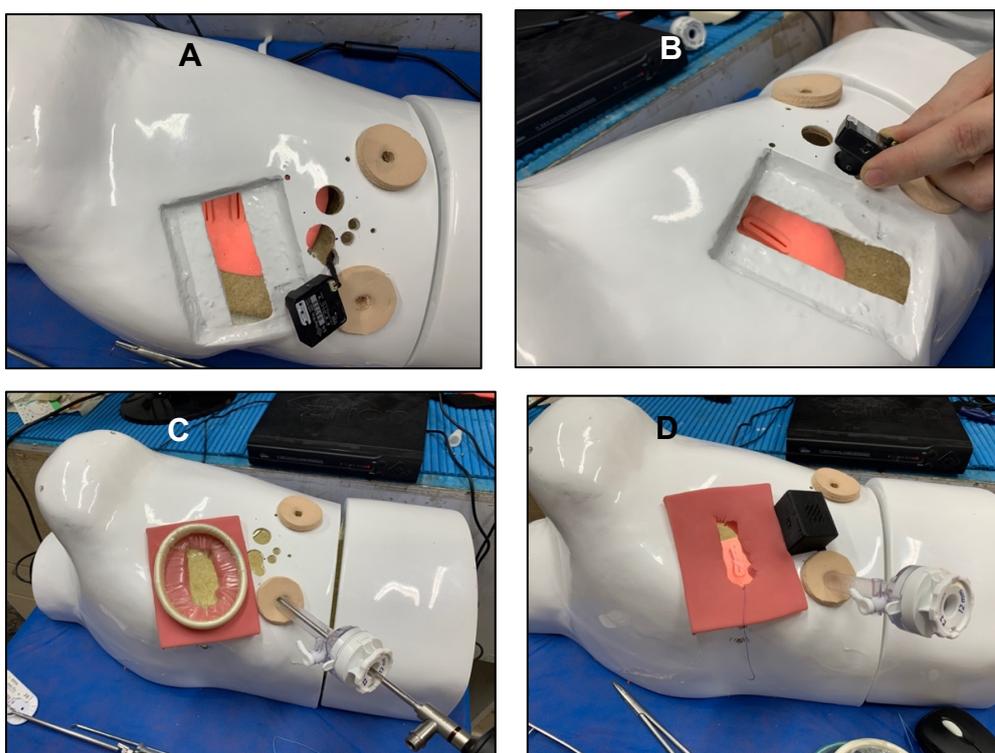


Figura 3 - Teste de posicionamento de câmera. A e B) Câmera fixa. C e D) Câmera móvel.

Fonte: Próprio autor.

Ao final dessa fase o simulador tinha como medidas gerais 45 x 28 x 24cm, com uma toracotomia auxiliar medindo 6 x 2,5cm, distando 5cm da câmera, 7cm do portal anterior e 11cm do portal posterior. A distância dos portais anterior e posterior era de 11cm.

O monitor foi colocado em posição posterior ao manequim e elevado através de uma haste para melhor ergonomia de visualização pelo cirurgião (Figura 4).

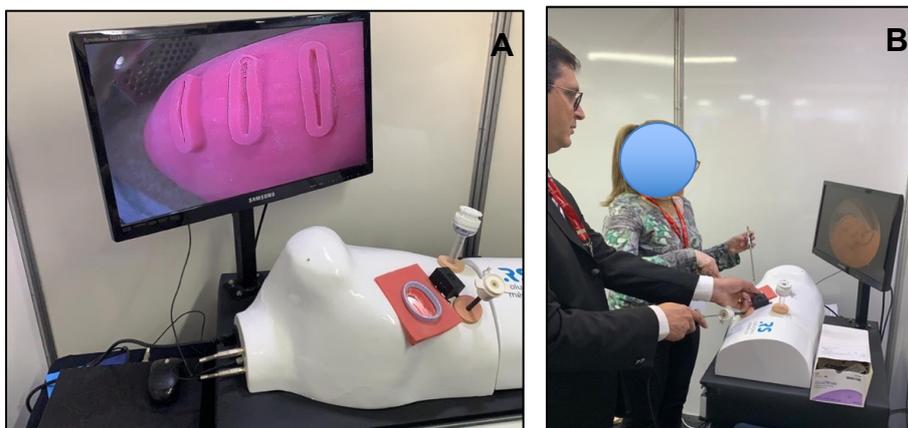


Figura 4 - Posicionamento do monitor. A) Posição do monitor. B) Ergonomia do cirurgião com o monitor
Fonte: O autor.

Um pulmão sintético foi utilizado para os testes de profundidade e posteriormente para o modelo de simulação. O protótipo foi desenvolvido em impressora 3D com tamanho compatível com a cavidade torácica do manequim, com dimensões de 18x13x5cm. Após aprovação pelo pesquisador e do engenheiro esse protótipo foi usado como molde para desenvolvimento de um pulmão sintético. No presente estudo, foi utilizado o elastômero termoplástico (TPE), onde após algumas tentativas conseguiu-se chegar numa textura, resistência e resiliência adequadas para simular o pulmão, e com peso estimado em 250g (Figura 5).

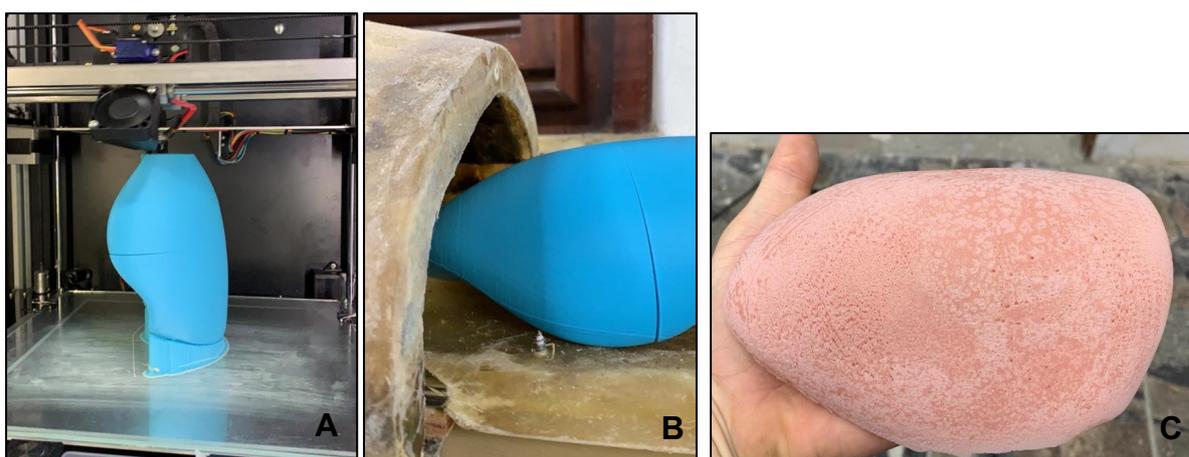


Figura 5 - Pulmão de TPE. A) Pulmão em impressora 3D. B) Pulmão na cavidade do manequim. C) Pulmão de TPE.
Fonte: O autor.

O manequim necessitava de uma entrada para colocação das peças a serem utilizados em experimentos. Optou-se por fazer uma seção sagital na porção inferior do tórax (transição com abdome), móvel, através de corredeiras telescópicas (Figura 6). Esse mecanismo permitiu a colocação de qualquer tipo de peça com tamanho adequado, inclusive a utilização de blocos de peça animal em bandeja apropriada.

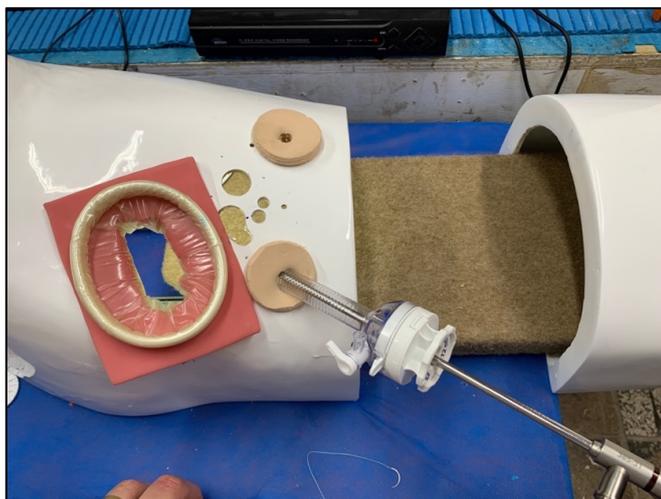


Figura 6 - Corredeira para introdução das peças.

Fonte: O autor.

3.3 Modelo de treinamento de sutura pulmonar

Como forma de avaliar a capacidade do simulador em ganho de habilidades e funcionalidade foi realizado um modelo de sutura pulmonar em peça de pulmão de TPE. A sutura proposta era uma endossutura em dois planos com comprimento total de 4cm, em barra grega (Colchoeiro) no plano mais profundo e com o mesmo fio em sentido contrário (voltando) uma sutura em chuleio (Kuschner). Essa sutura é semelhante à utilizada em sutura de parênquima pulmonar em cirurgias em seres humanos.

3.3.1 Local do estudo

O estudo foi realizado durante o XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica, que aconteceu nos dias 15, 16, 17 e 18 de maio de 2019 no Ouro Minas Palace Hotel, situado na Av. Cristiano Machado número 4001, Ipiranga, Belo Horizonte-Minas Gerais. Um *stand* de de 5m², cedido pela organização do evento, climatizado a temperatura de 20°C, em área com pouca movimentação e sem barulhos externos que pudessem causar interferências no andamento adequado do experimento.

3.3.2 População do estudo

Cirurgiões torácicos ou residentes de cirurgia torácica inscritos no XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica.

3.3.3 Amostragem

Foram selecionados, por convite aleatório a participar do estudo, 25 cirurgiões durante o XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica nos dias 16, 17 e 18 de maio de 2019, sendo em sua maioria, cirurgiões que já haviam terminado seu treinamento ou residência em cirurgia torácica. A amostra foi composta por 22 homens e 3 mulheres.

Todos os participantes do experimento assinaram termo de consentimento livre esclarecido (TCLE, Anexo 2) após sua leitura e compreensão, concordando com a participação na pesquisa.

3.3.4 Critérios de inclusão

- Médicos cirurgiões torácicos.
- Médicos residentes de cirurgia torácica.

3.3.5 Critérios de exclusão

- Participantes que não completassem todas as etapas do experimento por qualquer motivo, tais como problemas de saúde, fadiga, ou ou por vontade própria de não prosseguir até a etapa final.

- Participantes que não seguissem o modelo proposto de sutura pulmonar.

3.3.6 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada pelo pesquisador e por um ajudante. Foram utilizados cronômetro do *Iphone XS*, fotografias e filmagem das sessões de treinamento, assim como filmagem da sutura para posterior avaliação.

3.3.7 Materiais utilizados

3.3.7.1 Simulador

Simulador de cavidade torácica alocado em *stand* cedido pela organização do Congresso Brasileiro de Cirurgia torácica (Figura 7).

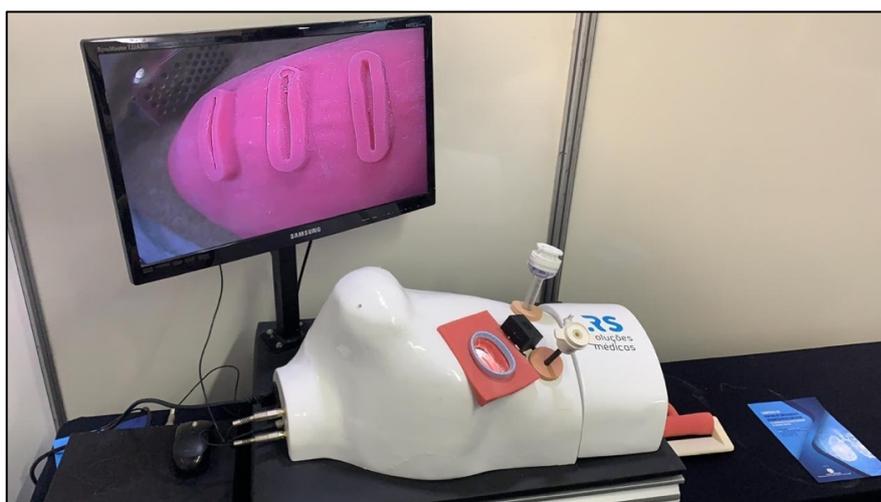


Figura 7 - Simulador em *stand* do XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica.
Fonte: O autor.

3.3.7.2 Peça

Peça de TPE em formato de pulmão, desenvolvida pela RS Soluções Médicas®, com marcações de incisões, elevadas, de 4cm simulando uma incisão sobre a superfície pulmonar. A peça tinha dimensões de 18 x 13 x 5cm, com peso estimado em 250g (Figura 8).

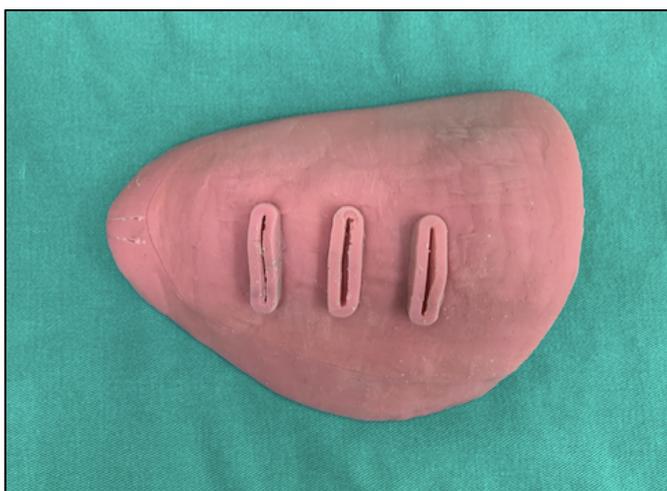


Figura 8 - Pulmão de TPE com 3 incisões elevadas.
Fonte: Próprio autor.

3.3.7.3 Instrumentais e Fio

Instrumental cirúrgico composto de porta-agulha Edlo® com comprimento total de 26cm, pinça de cirurgia MIS Debakey forceps Wexler® comprimento total de 30cm e comprimento de trabalho de 18cm. Posicionador de nó com comprimento de 40cm, marca RS Soluções Médicas® (Figura 9).

Fio de sutura de poligalactina 3.0, QualTrus™ ETHICON®, com comprimento total de 70cm, agulha ½ de 26mm (Figura 9).

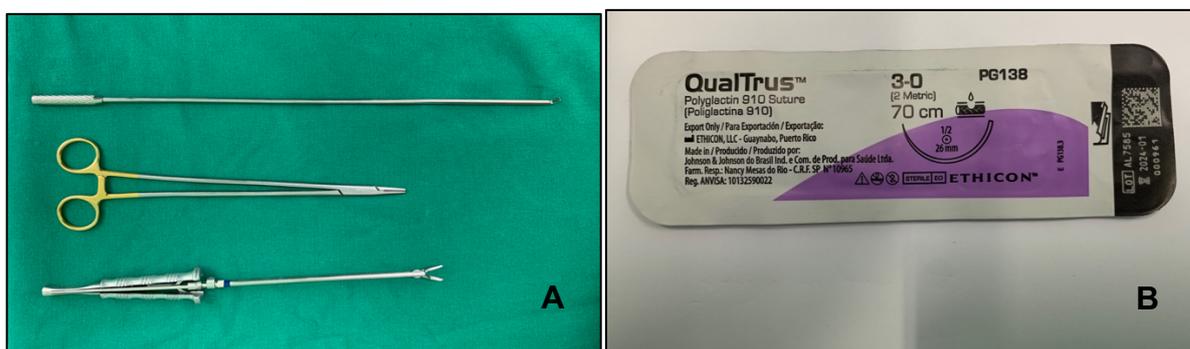


Figura 9 - Instrumentais e fio. A) Abaixador de nó, porta-agulha, pinça de dissecação Dbakey. B) Fio de poligalactina 3.0.
Fonte: Próprio autor.

3.3.7.4 Cronômetro digital do *Iphone XS*[®], com precisão de 10ms, para medição da sutura completa (Figura 10).

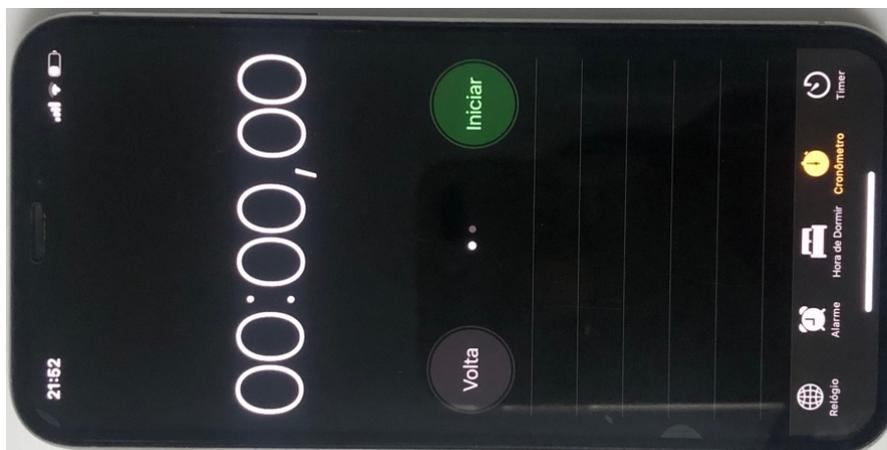


Figura 10 - Cronômetro digital do *Iphone XS*.

Fonte: Próprio autor.

3.3.7.5 Computador MacBook Air[®], 11', processador de 2,2 GHz Intel Core i7, memória 8GB 1600 MHz DDR3.

Esse computador foi utilizado para visualização do vídeo demonstrativo da sutura.

3.3.7.6 Câmera de vídeo

Foi utilizado câmera de vídeo 700TVL USB AV Endoscopy Camera, marca Zirion[®], acoplada a um dvr, que por sua vez era conectado ao monitor (Figura 11).

Esse sistema de câmera foi conectado a uma ótica Striker[®], de 5mm e 30^o (Figura 12).



Figura 11 - Câmera 700TVL USB AV Endoscopy Camera.

Fonte: O autor.

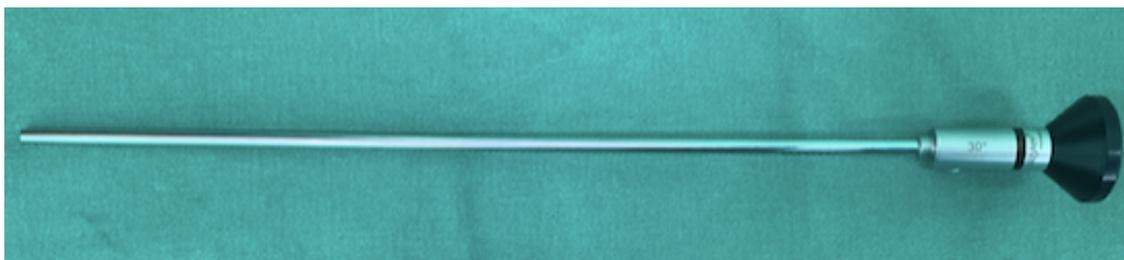


Figura 12 - A) Ótica Stryker®, 5mm 30 graus. B) Câmera 700TVL USB AV *Endoscopy Camera*.
Fonte: Próprio autor.

3.4 Descrição da intervenção

Os cirurgiões presentes no Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica foram selecionados a participar do estudo, ficando sua inclusão de forma voluntária. Os participantes foram orientados a respeito da pesquisa e ao preencherem os critérios de inclusão foram solicitados a lerem e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) aceitando sua participação no experimento. Em seguida, preencheram um formulário estruturado (Apêndice A), assistiram a um vídeo demonstrativo da sutura a ser realizada com explicação de detalhes técnicos, realizaram o experimento em 3 sessões consecutivas de endosutura biplanar, e ao final realizaram uma avaliação pós-procedimento (Apêndice B).

- a) No formulário estruturado (formulário de coleta de dados) foram coletados dados visando mensurar e dar conhecimento acerca da formação do participante e nível de graduação, assim como de habilidades cirúrgicas dos mesmos, nas perguntas de 1 a 23 (Apêndice A).
- b) Todos os participantes assistiram um vídeo demonstrativo. Esse vídeo foi realizado por cirurgião torácico proficiente em VATS (Figura 15). Nesse vídeo, era demonstrada uma sutura em “pulmão”, com comprimento total de 4cm, em barra grega no plano mais profundo e com o mesmo fio em sentido contrário (voltando) uma sutura em chuleio simples, semelhantes a que os participantes deveriam realizar. O vídeo não sofreu edições durante a realização da sutura, com tempo total de

257s, tornando o mais real possível para a orientação dos participantes da pesquisa.

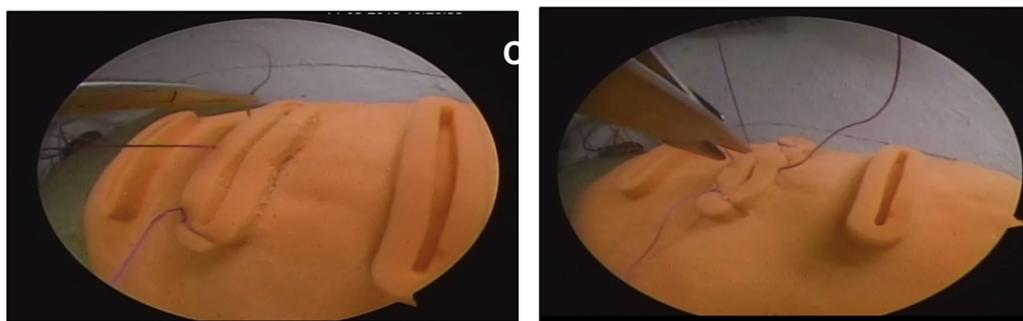
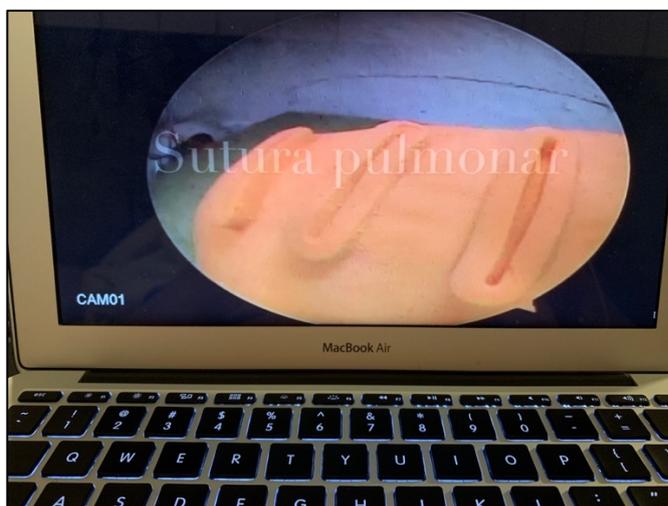


Figura 13 - Vídeo demonstrativo de sutura pulmonar. A) Modelo de sutura. B) Sutura em barra grega. C) Sutura em chuleio.
Fonte: O autor.

c) O experimento consistiu na realização de uma sutura em “pulmão”, em dois planos, com comprimento total de 4cm, como já descrito no vídeo demonstrativo (Figura 14).



Figura 14 - Participantes realizando o experimento.
Fonte: O autor.

Todas as etapas de sutura foram cronometradas. O início da cronometragem foi no momento da entrada do porta-agulha (Figura 15) no simulador de cavidade torácica, e a parada no momento que se completava o último nó da sutura em chuleio.



Figura 15 - Início da sutura e da cronometragem.
Fonte: O autor.

Cada etapa de sutura correspondia a uma sutura em dois planos, um plano profundo e um superficial.

No primeiro plano, mais profundo, o cirurgião realizou uma sutura em barra grega, também conhecida como sutura hemostática, no sentido anterior para posterior do tórax, com distância de 1cm entre os pontos, sendo realizado três nós para execução no primeiro ponto (Figura 16).

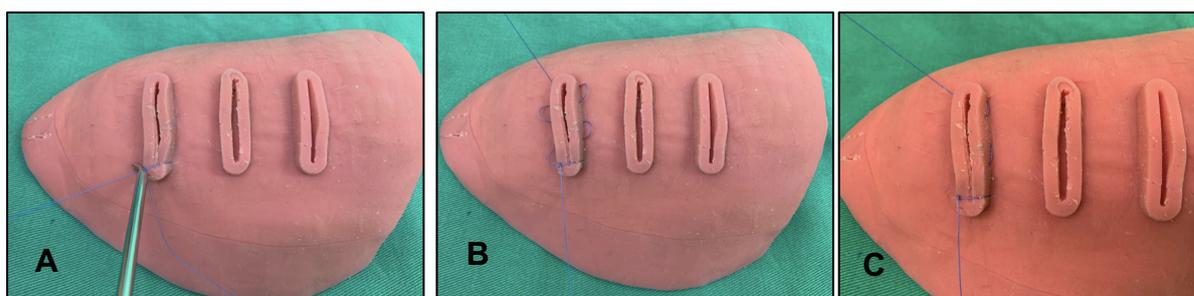


Figura 16 - Sutura em barra grega no sentido anterior para posterior do pulmão, de TPE. A) Primeiro ponto com três nós. B e C). Sutura em barra grega.
Fonte: O autor.

No segundo plano, mais superficial, o cirurgião realizou, na mesma incisão e com o mesmo fio, uma sutura contínua tipo chuleio no sentido posterior para anterior do tórax (no sentido contrário ao da primeira sutura), com distância de 5 a 7mm entre os pontos, sendo dado três nós no último ponto, junto ao primeiro ponto da sutura hemostática, sendo o último nó considerado como término da sessão de sutura (Figura 17).

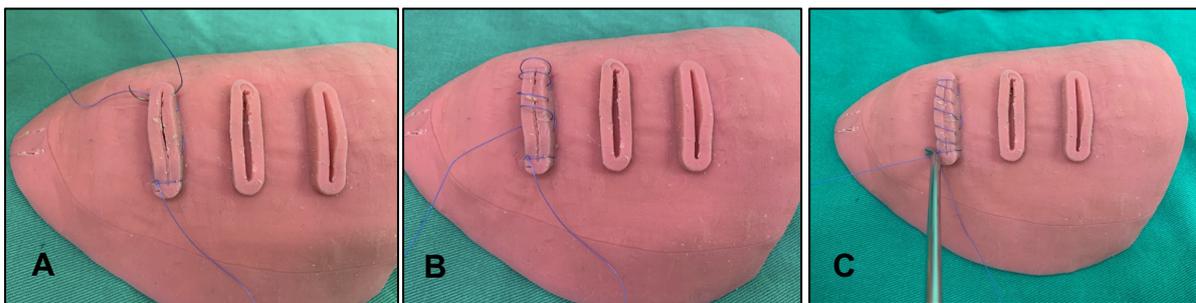


Figura 17 - Sutura em chuleio no sentido posterior para anterior. A) Início da sutura em chuleio no final da sutura em barra grega. B) Sutura em chuleio. C) Final da sutura em chuleio com ponto e três nós. Fonte: O autor.

Ao final da primeira etapa, o tempo foi anotado, sendo retirado o fio da peça e a mesma foi colocada novamente no simulador, na mesma posição, para o início da segunda etapa de sutura no mesmo local do pulmão da primeira sutura.

Antes do início da segunda sutura o participante recebeu, do pesquisador, um *feedback* e orientações de como melhorar sua performance. Essas orientações incluíram posicionamento correto da agulha, tração no fio, espaço entre os pontos e como usar corretamente o posicionador de nó.

Dado início a etapa 2 o tempo foi novamente cronometrado, nos mesmos pontos definidos da primeira sutura, e o pesquisador passou a dar orientações durante o experimento (*feedback* concorrente) para melhorar a performance do participante e diminuir seus erros.

Ao final da segunda sutura foi novamente dado um *feedback* ao participante, assim como orientações para melhora da performance.

A terceira etapa foi realizada com interferência do pesquisador, semelhante à da segunda sutura, assim como com mesma forma de cronometragem.

Ao final das três suturas, todos os participantes realizaram uma avaliação pós-procedimento, da pergunta 24 a 26, onde foram coletadas informações sobre o simulador e sobre as possibilidades de uso do mesmo (Apêndice B).

No fluxograma abaixo mostra uma forma esquemática para entender todo o experimento desde a identificação até a avaliação final dos participantes (Figura 18).

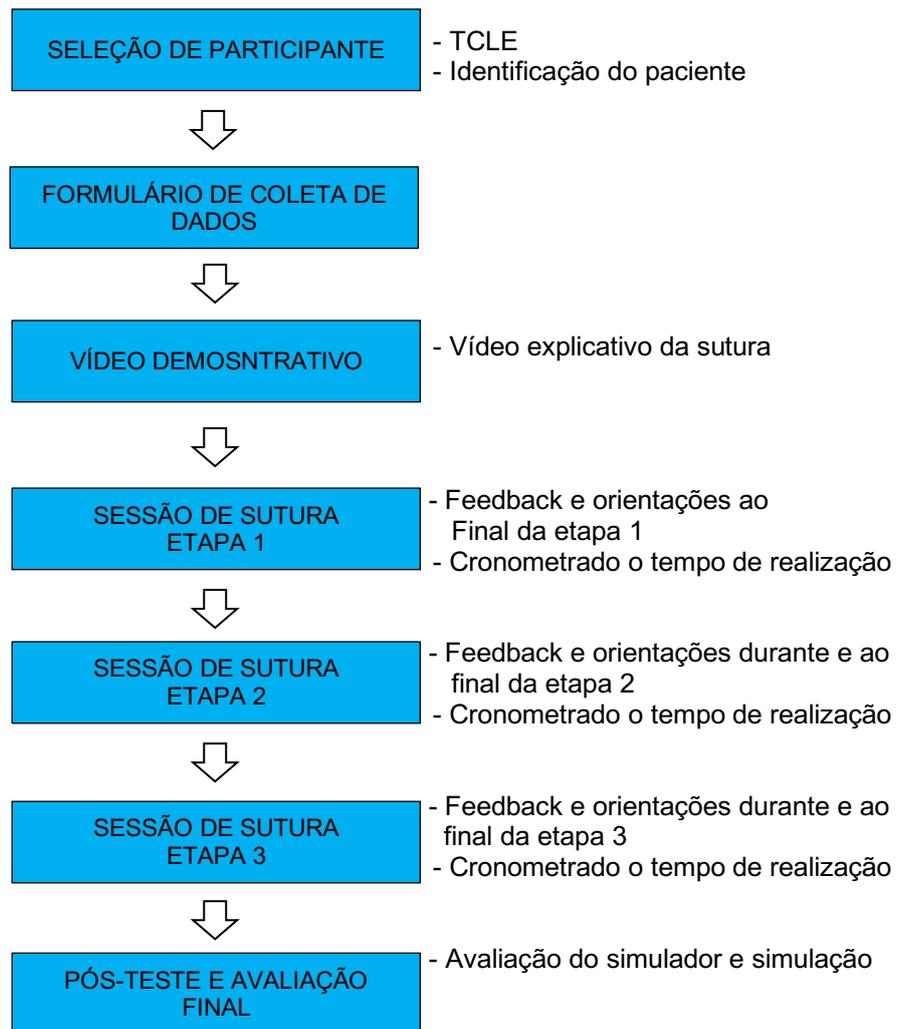


Figura 18 - Fluxograma do experimento de sutura pulmonar.

Fonte: O autor.

3.5 Avaliação

3.5.1 Avaliação do simulador

Para avaliação do simulador realizaram-se algumas perguntas sobre suas características conforme consta no questionário de avaliação do simulador e da simulação adaptado de Moura Júnior (2015) (Apêndice B). Utilizou-se a escala de Likert para avaliação e pontuação do simulador, onde péssimo (número 1) seria a pior avaliação e excelente (número 5) a melhor avaliação (Quadro 1/Anexo F).

Quadro 1 - Avaliação das características do simulador e da simulação.

	Péssimo	Regular	Bom	Ótimo	Excelente
1. Aparência visual	1	2	3	4	5
2. Design do simulador	1	2	3	4	5
3. Distribuição dos portais	1	2	3	4	5
4. Adequação da profundidade	1	2	3	4	5
5. Ergonomia de posicionamento	1	2	3	4	5
6. Visibilidade do campo operatório e qualidade da imagem	1	2	3	4	5
7. <i>Feedback</i> de resistência e resiliência	1	2	3	4	5
8. Efeito fulcrum	1	2	3	4	5
9. Recursos técnicos para cirurgião auxiliar	1	2	3	4	5
10. Recurso para incorporar tecnologia	1	2	3	4	5
11. Desempenho e eficácia	1	2	3	4	5

Fonte: Adaptado de Moura Júnior, 2015.

3.5.2 Avaliação do experimento de sutura pulmonar

Para efeito de comparação e progressão de habilidades todos os tempos dos procedimentos foram cronometrados em Iphone XS[®], sendo 3 tempos para cada participante enumerados de acordo com a ordem dos procedimentos realizados. Os tempos foram anotados na seguinte ordem e forma:

- Tempo1 para a primeira endossutura.
- Tempo 2 para a segunda endossutura.
- Tempo 3 para a terceira endossutura.

Todos os experimentos, num total de 3 por participante e 75 no total, foram gravados em disco rígido acoplado ao sistema do simulador para posterior avaliação.

Os vídeos foram editados pelo pesquisador e acelerados em 30% e designados de vídeo 1, vídeo 2, até o vídeo 75. Esses vídeos foram enviados de forma

aleatória, em lotes de 15 vídeos, para dois cirurgiões experientes em VATS, os quais foram os avaliadores. A ordem dos vídeos segue abaixo:

- Primeiro lote:
Vídeos 1, 5, 7, 10, 13, 17, 19, 22, 27, 32, 34, 38, 40, 43 e 50.
- Segundo lote:
Vídeos 2, 6, 11, 15, 21, 24, 29, 46, 54, 58, 61, 64, 68, 71 e 74.
- Terceiro lote:
Vídeos 3, 8, 14, 20, 25, 30, 35, 39, 47, 53, 57, 62, 66, 70 e 75.
- Quarto lote:
Vídeos 4, 9, 18, 23, 33, 37, 41, 45, 48, 52, 56, 59, 63, 67, 73.
- Quinto lote:
Vídeos 12, 16, 26, 28, 31, 36, 42, 44, 49, 51, 55, 60, 65, 69 e 72.

Muitos currículos de simulação utilizam medidas tradicionais de tempo e de erros para avaliação e *feedback* de performance. Um dos mais reconhecidos é o *OSATS (Objective structured assessment of technical Skill)*, sendo que o *OSATS* é composto de 2 partes, um *checklist* e a *GRSOP (Global Rate Scale of Operative Performance)*. A avaliação pelo *OSATS* foi um grande avanço na forma de avaliação do ganho de habilidade em cirurgia e é amplamente usada em diversas áreas cirúrgicas. No presente trabalho o *checklist* não se aplicaria ao procedimento proposto, sendo assim foi usado somente a *GRSOP* utilizada para procedimento laparoscópicos (SCOTT et al., 2000) e adaptada para o procedimento de sutura pulmonar por vídeo.

Os cirurgiões avaliadores foram treinados com a métrica e com o instrumento de avaliação em reunião com o pesquisador. Individualmente, assistiram aos 75 vídeos, encaminhados em lotes aleatórios. Cada avaliador fez duas avaliações de cada vídeo utilizando os seguintes instrumentos:

a) Escala de avaliação de desempenho global.

Os avaliadores utilizaram uma escala de avaliação de desempenho global, adaptada ao procedimento proposto (Quadro 2, anexo G).

Considerou-se a avaliação *OSATS* 1 para o avaliador 1 e *OSTAS* 2 para o avaliador 2. Foi considerado *OSATS* média a média entre as medidas do avaliador 1 e 2.

Quadro 2 - Escala de avaliação de desempenho global.

RESPEITO PELO TECIDO				
1 Utiliza os instrumentos para fechar tecidos causando inadvertidamente danos inaceitáveis	2	3 Manipula gentilmente tecidos, mas inadvertidamente causa danos	4	5 Demonstra manipular apropriadamente tecidos com danos mínimos inadvertidos
TEMPO E MOVIMENTO				
1 Movimentos desnecessários	2	3 Eficiente movimentação/ tempo, mas ainda com alguns movimentos desnecessários	4	5 Clara economia de movimento com máxima eficiência
MANUSEIO DA SUTURA				
1 Estranha e incerta com entrelaçamentos repetidos, inabilidade para manter a tensão do fio	2	3 Lenta e cuidadosa com a maioria dos nós colocados corretamente e com tensão apropriada	4	5 Excelente controle da sutura com colocação dos nós e controle da tensão
FLUXO DA OPERAÇÃO				
1 Paradas frequentes e necessidade de pensar o próximo movimento	2	3 Apresenta razoável planejamento e progressão do próximo movimento	4	5 Curso claramente pensado da operação com eficiência na passagem de um movimento para o outro
CONHECIMENTO DO PROCEDIMENTO				
1 Conhecimento insuficiente parece incerto e hesitante	2	3 Demonstra conhecer todos os passos importantes da operação	4	5 Demonstra familiaridade com todos os passos da operação
PERFORMANCE GERAL				
1 Muito pobre	2	3 Competente	4	5 Claramente superior
QUALIDADE DO PRODUTO FINAL				
1 Muito pobre	2	3 Competente	4	5 Claramente superior

Fonte: Adaptado de Scott *et al*, 2000.

b) Escala de análise de erros

Utilizou-se uma escala de análise de erros, elaborada pelo autor com colaboração do Dr. Alexandre Marcelo R. Lima, onde foi atribuído um ponto para cada erro cometido pelo participante em cada sutura, podendo ser atribuído mais de um ponto para o mesmo erro cometido novamente. Ao final somaram-se todos os erros obtendo-se uma pontuação total (Quadro 3, apêndice C).

Considerou-se a avaliação de erros 1 para o avaliador 1 e erros 2 para o avaliador 2. Considerou-se erros média a média das medidas de erros entre o avaliador 1 e 2.

Quadro 3 – Escala de análise de erros

Análise de erros	Pontos	Pontos obtidos
Sutura		
Cruzar fio	1	
Esgarçar tecido	1	
Não pegou todas as camadas	1	
Ponto muito longe	1	
Ponto muito perto	1	
Quebrar fio	1	
Amassar a agulha	1	
Rasgar o tecido	1	
Nodoamento		
Nó base frouxo	1	
Nó aéreo	1	
Quebrar o fio	1	
Menos de 3 nós	1	
Uso errado do abaixador de nó	1	
Pontuação total		

Fonte: Confeção do próprio autor.

3.6 Variáveis

3.6.1 Variáveis independentes

Foram coletados dados através de questionário (Apêndice A), onde aferiu-se o nível de treinamento em cirurgia torácica por vídeo, lobectomia por VATS, lobectomias por toracotomia, além de experiência prévia com endosuturas.

3.6.2 Variáveis dependentes

- a) Variável “tempo total da sutura” (barra grega e chuleio). Foram cronometrados o tempo total de sutura de todos os participantes do estudo nas três sessões realizadas para posterior comparação.
- b) Variável “nota global da avaliação de desempenho” (Apêndice C). As notas dadas para cada item da escala de avaliação global foram somadas e expressas num valor. Essas notas foram dadas por dois avaliadores e calculadas as médias.
- c) Variável “nota global da escala de erros” (Apêndice C). Após a avaliação dada pela escala global de desempenho os dois avaliadores realizaram uma escala de erros conferindo um ponto para cada erro repetido, expressando ao final uma nota global de erros. Nessa variável também foi calculada a média dos dois avaliadores.

3.6.3 Variáveis do questionário de avaliação do simulador e da simulação

- a) Após as três sessões de sutura concluídas os participantes responderam as perguntas relativas ao simulador de caixa torácica, expressas em escala de Likert (Quadro 1). As variáveis pontuadas foram: aparência visual, design do simulador, distribuição dos portais, adequação da triangulação, ergonomia de posicionamento, qualidade da imagem, efeito Fulcrum, recurso técnico para cirurgião auxiliar, recurso para incorporar tecnologia e de desempenho e eficácia.
- b) Os participantes foram solicitados a avaliar o material utilizado na simulação através da resposta a questão do *feedback* de resistência e de resiliência do material.

3.7 Análise estatística

Os dados coletados foram armazenados em planilhas do programa Excel para MAC OSX El Capitan®, versão 10.11.6. Foi feita inicialmente análise descritiva com avaliação da contagem absoluta e frequência para as variáveis qualitativas, e verificação da normalidade dos dados quantitativos. A normalidade dos dados quantitativos foi verificada através do teste do Shapiro-Wilk. Além disso, a variância entre grupos foi verificada através do teste de Levene. As variáveis quantitativas com distribuição normal foram expressas como média \pm desvio padrão e nos casos de não normalidade como mediana e amplitude interquartil entre parêntesis.

Para comparação entre os grupos dos dados, foi utilizado o teste do qui-quadrado para variáveis qualitativas. O teste t de Student, análise de variância *one-way* (ANOVA) com pós-teste de Tukey, ou o teste de Kruskal-Wallis com pós-teste de Dunn foram aplicados para comparar médias / medianas de variáveis contínuas de modo apropriado com a distribuição dos dados entre os grupos.

A variação ao longo do tempo foi realizada com modelos regressivos lineares generalizados com erros robustos de médias repetidos.

Correlações foram avaliadas através da correlação de Pearson ou Spearman conforme apropriado. Todas as análises foram realizadas utilizando o IBM SPSS *Statistic*®s for MAC OSX, versão 23.0 (IBM, EUA). Considerado significativo valor de $p < 0,05$.

3.8 Aspectos Éticos

A pesquisa passou pela análise e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa - CEP da Unichristus (protocolo CEP 03129118.2.0000.5049), garantido os referenciais bioéticos a todos os envolvidos na pesquisa, de acordo com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

A pesquisa foi realizada após aprovação e com concordância do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE, anexo 2) pelos participantes da pesquisa e com a anuência do presidente da Sociedade Brasileira de Cirurgia Torácica. Os participantes não foram expostos a nenhum tipo de risco pois o experimento foi realizado em local apropriado e com material inanimado.

4 RESULTADOS

4.1 Simulador

O simulador ao final de sua construção teve um custo total de 6.900,00R\$ (Tabela 1), e contou com as seguintes partes:

a) Console

Console em fibra de vidro reproduzindo o hemitórax esquerdo com base de apoio em móvel de madeira. O console conta com formato e linhas que se assemelham ao tórax humano. Conta com uma toracotomia auxiliar e dois portais de acesso para vídeo semelhantes ao usados em VATS 3p (LEWIS *et al.*, 1997). O acesso à cavidade interna se dá através de uma secção sagital na porção inferior do tórax (transição com abdome), móvel, através de corrediças telescópicas (Figura 19).

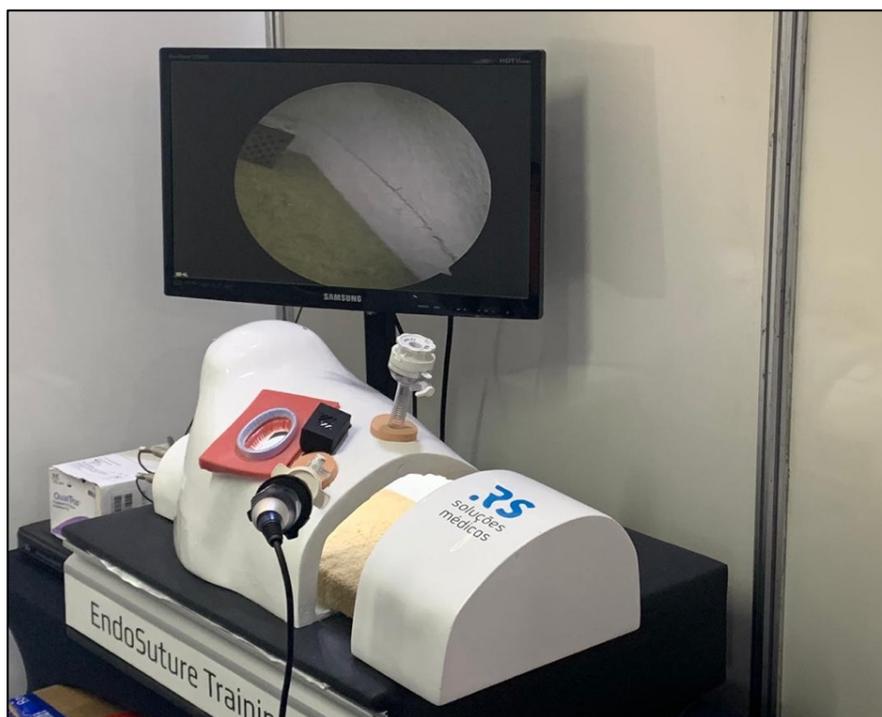


Figura 19 - Console em fibra de vidro reproduzindo o hemitórax esquerdo.
Fonte: O autor.

b) Móvel

Móvel de madeira recoberto de courino, para base de apoio do manequim de fibra de vidro, com gaveta para guarda dos instrumentais cirúrgicos, fios e peças sintéticas (Figura 20).



Figura 20 - Móvel de courino para base de apoio.
Fonte: O autor.

c) Monitor

Monitor de LCD de 22", marca Samsung®, resolução de 1366 x 768 pixels, com dispositivo de acoplagem na região posterior e esquerda do manequim, sustentado por suporte de monitor de pistão a gás (Figura 21).

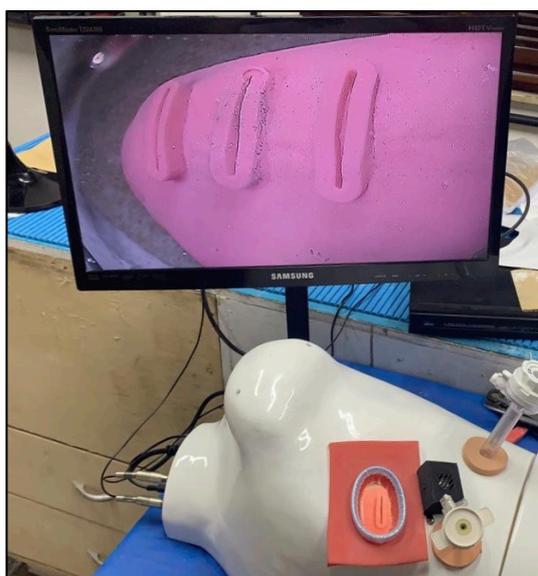


Figura 21 - Monitor marca Samsung®
Fonte: O autor.

d) Sistema de câmera.

O simulador contou com uma câmera fixa, podendo ser acoplado uma câmera móvel. O sistema de câmera fixa era composto por uma câmera topway, modelo SK-C600[®], com resolução de 720 linhas, alocada na parte superior do console distando 5cm da toracotomia auxiliar (Figura 22).



Figura 22 - Câmera SK-C600[®].
Fonte: O autor.

No caso do sistema de câmera móvel utilizou-se uma câmera 700TVL USB AV *Endoscopy Camera* acoplada a um Dvr, marca Zirion[®]. O Dvr por sua vez foi conectado ao monitor por cabo RCA para transferência da imagem. Esse sistema de câmera foi conectado a uma ótica Stryker[®], 5mm 30 graus.

e) Portais toracoscópicos e toracotomia auxiliar

Portais toracoscópicos de EVA (espuma vinílica acetinada) siliconizado, acoplados na face lateral do tórax, em forma de disco, com eixo central perfurado, em número de dois, para acessar a cavidade através de trocâteres de 12mm, com distância de 11 cm entre si. O portal anterior dista 7cm da toracotomia auxiliar, e o portal posterior 11cm da mesma toracotomia auxiliar, que permitem triangulação e convergência, flexibilidade e ergonomia para os movimentos, assemelhados aos executados na cavidade torácica humana, para adequada execução dos

diversos tipos de procedimento torácicos, auxílio de movimentos e filmagem.

Toracotomia auxiliar moldada no console e recoberta com TPE (elastômero termoplástico) com dimensões de 9 x 13cm, permitindo um acesso à cavidade torácica, de forma realística, com uso de dispositivo de afastador de partes moles Surgisleeve®, marca Medtronic®, com dimensões de 6 x 2,5cm.

- f) Componentes elétricos tais como: pontos de LED fixados no “tórax” anterior do console, para iluminação e visibilidade satisfatórias da filmagem, plug de controle da fiação elétrica embutida internamente, cabo de imagem, fonte de energia, interruptor de corrente.

Tabela 1 – Partes do simulador com preço

Parte do simulador	Unitário	Total (R\$)
Console	1	1.500,00
Móvel	1	500,00
Monitor	1	1.500,00
Câmera SK-C600	1	500,00
Componentes elétricos	1	1.000,00
Afastador de partes moles	1	600,00
Placa de TPE para toracotomia	1	500,00
Trocater	2	300,00
Pulmão de TPE	1	500,00
Preço Final do Simulador		6.900,00

Fonte: Confecção do próprio autor.

4.2 Experimento de endosutura pulmonar

4.2.1 Características da amostra

A amostra foi composta por 25 cirurgiões que preencheram os critérios de inclusão, onde, nenhum participante preencheu critérios de exclusão. Todos os

experimentos foram gravados e cronometrados. Esses tempos estão disponibilizados no apêndice D.

Os participantes foram em sua maioria cirurgiões do sexo masculino, que já haviam concluído a residência de cirurgia torácica e com idade variando de 30 a 60 anos, com média de $41,2 \pm 8$. Menos de 50 por cento dos participantes realizavam atividades manuais, tocavam algum instrumento ou jogavam videogame (Tabela 2).

Tabela 2 - Características gerais dos cirurgiões estudados.

	Cirurgiões estudados (n=25)
Sexo masculino, n (%)	22 (88)
Idade, anos	$41,2 \pm 8$
Tempo de graduação, anos	$17,8 \pm 8,2$
Tempo de especialidade (cirurgia geral), anos	$13 \pm 8,4$
Tempo de residência (cirurgia torácica), anos	$12,6 \pm 9,6$
Toca instrumento musical	8 (32)
Joga ou jogava videogame	12 (48)
Pratica alguma atividade manual	4 (16,7)

Dados expressos como média \pm desvio padrão e como contagem absoluta e porcentagem entre parêntesis.

No que concerne à experiência dos cirurgiões foi possível observar que a maioria dos mesmos tinha experiência na realização de VATS, assim como utilizavam essa técnica na maior parte dos seus casos. Setenta e seis por cento dos participantes afirmaram ter realizado curso de cirurgias por vídeo e 84% já haviam realizado sutura pulmonar por vídeo, o que facilitou a adaptação e potencializou a avaliação dos mesmos em relação ao experimento e ao simulador (Tabela 3).

Tabela 3 - Experiência dos cirurgiões estudados.

	Cirurgiões estudados (n=25)
Cirurgia por VATS	18 (72)
Curso de cirurgia por vídeo	19 (76)
Sutura por vídeo	21 (84)
Colecistectomias videolaparoscópicas	10 (1 - 50)
Procedimentos torácicos por VATS	500 (100 - 800)
Cirurgias por vídeo em percentagem	60,9 ± 27,1
Procedimentos torácicos por VATS no último ano	50 (50 - 100)
Lobectomias por VATS	20 (3 - 50)
Lobectomias por toracotomia (convencional)	150 (50 - 200)
Broncoplastias por VATS	0 (0 - 2)

Dados expressos como mediana e amplitude interquartil entre parêntesis e como média ± desvio padrão.

4.2.2 Tempo de sutura

Foram cronometrados e coletados os tempos necessários para a realização do procedimento de sutura pulmonar dos 25 participantes nas três etapas do experimento. Todos os tempos coletados das 75 suturas estão disponibilizados para avaliação (Apêndice D).

Notou-se uma redução nos tempos de forma progressiva do primeiro ao terceiro tempo (Tabela 4), com uma diminuição de mais de um minuto entre os mesmos, sendo essa diferença entre as três etapas estatisticamente significativa (Gráfico 1).

Tabela 4 - Tempo de sutura realizado no modelo de cavidade torácica proposto.

	Cirurgiões estudados (n=25)
Tempo de sutura no Modelo de cavidade torácica	
Tempo1 (s)	435,7 ± 105
Tempo 2 (s)	393 ± 64
Tempo 3 (s)	355,6 ± 76,8

Dados expressos como média ± desvio padrão. (P<0,05).

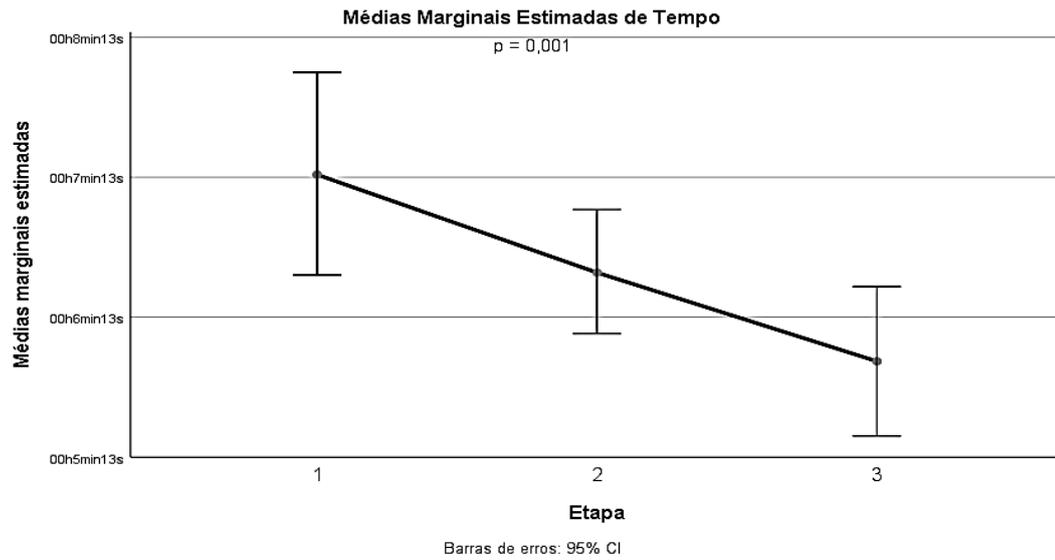


Gráfico 1 - Médias marginais estimadas de tempo em relação às etapas ($p < 0,05$)

Foi estudada a relação do tempo de sutura com o sexo masculino e feminino. Existe uma diferença inicial na etapa 1 em favor do sexo masculino com uma média de tempo de sutura menor, que se inverteu ao final da terceira etapa, porém sem diferença estatística entre os dois grupos (Gráfico 2).

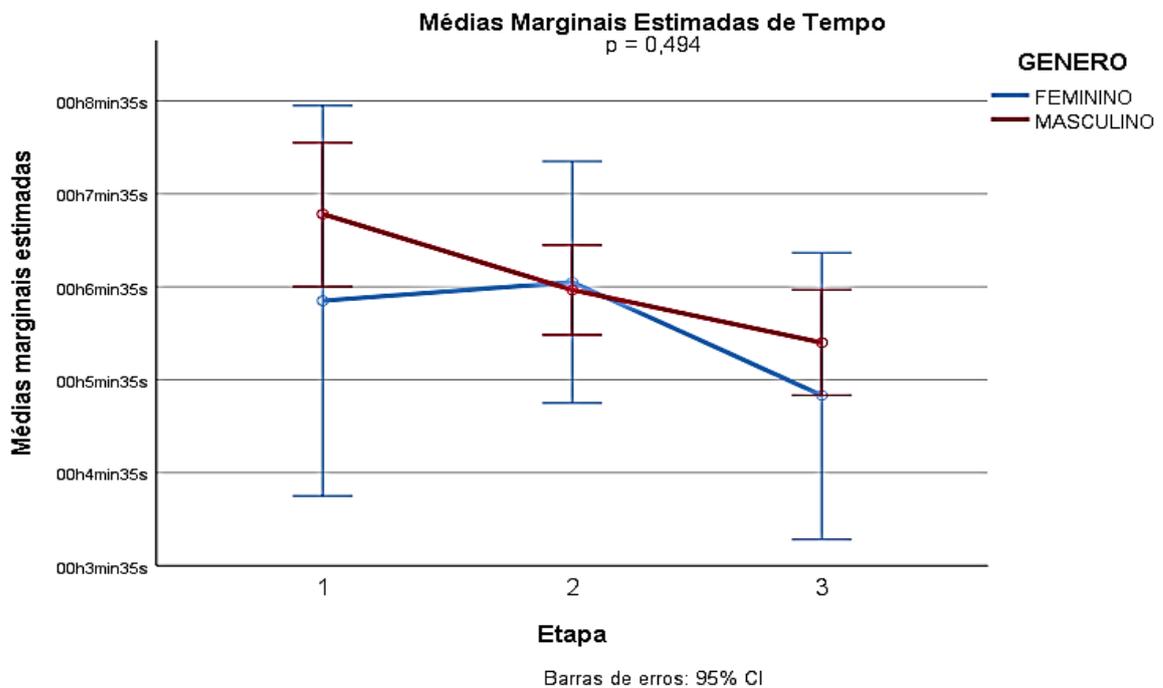


Gráfico 2 - Médias marginais estimadas de tempo em relação ao gênero

A relação entre tocar um instrumento musical e o tempo de sutura foi negativa, com uma média de tempo menor na primeira etapa do experimento para quem tocava. Houve evolução, diminuição do tempo, nas etapas seguintes nos dois grupos, sendo maior para o grupo que não tocava instrumento ao longo das três etapas. Apesar dessa evolução, não houve diferença estatística entre os grupos (Gráfico 3).

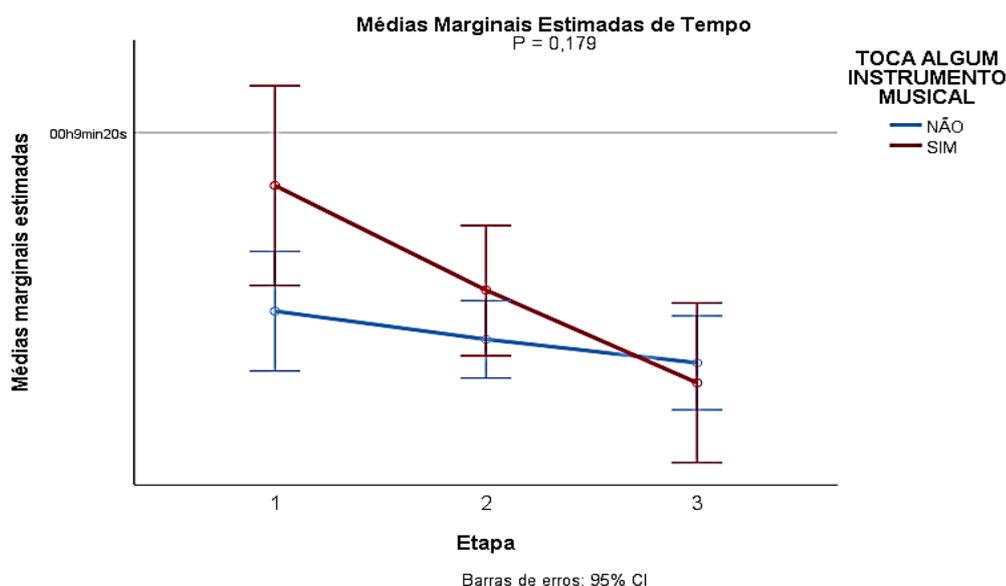


Gráfico 3 - Médias marginais estimadas de tempo em relação a tocar algum instrumento

Quando se analisou a relação entre a realização de lobectomias por vídeo e o tempo da sutura pode-se perceber que houve uma correlação moderada entre a experiência do cirurgião em lobectomias por vídeo e por toracotomia, sendo significativa no tempo 2 para a primeira e no tempo 1 para a segunda (Tabela 5).

Tabela 5 - Correlação entre parâmetros relacionados às habilidades do cirurgião com lobectomias e o tempo de sutura no simulador.

	Número de Lobectomias por vídeo		Número de Lobectomias por toracotomia	
	rho	p	rho	p
Tempo1 (segundos)	-0,160	0,444	-0,417	0,038*
Tempo 2 (segundos)	-0,410	0,042*	-0,329	0,109
Tempo 3 (segundos)	-0,317	0,122	-0,293	0,155

Rho de Spearman. *p<0,05 foi significativo.

A análise dos dados relativos a quem já havia participado de algum curso de videocirurgia demonstrou haver uma diminuição do tempo de forma mais acentuada para o grupo de que já havia realizado, porém não foi evidenciado diferença estatística (Gráfico 4).

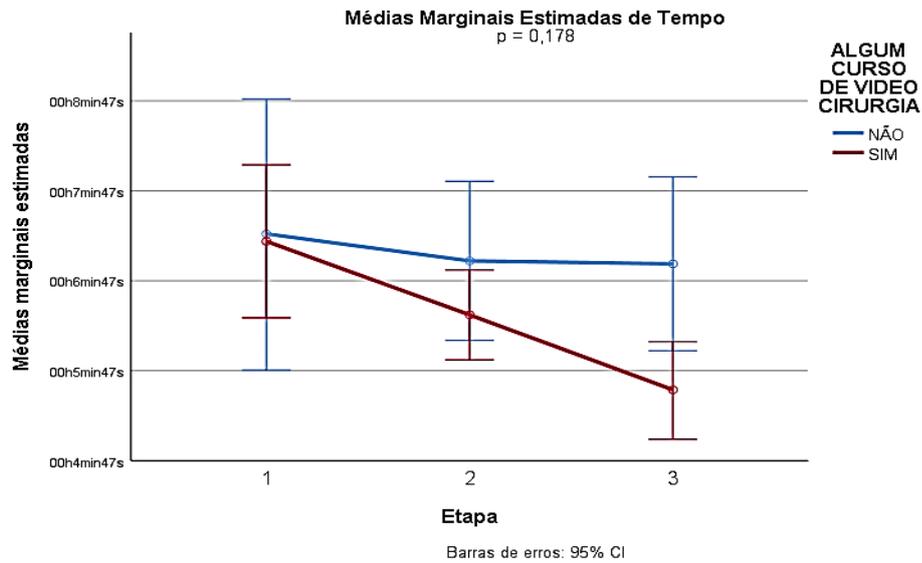


Gráfico 4 - Tempo de sutura de acordo com a realização de curso de cirurgia por vídeo ($p < 0,05$)

Observou-se uma diferença no tempo quando comparados o desempenho de quem já tinha tido alguma experiência prévia com sutura por vídeo ou não, sendo essa diferença entre os grupos estatisticamente significativa (Gráfico 5).

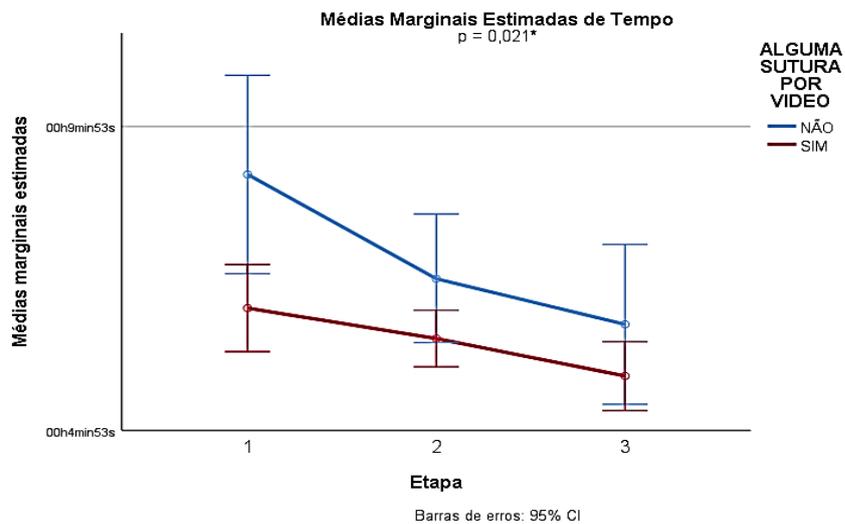


Gráfico 5 - Tempo de sutura de acordo com a experiência prévia de sutura por vídeo ($p < 0,05$)

A relação entre o tempo de sutura e proficiência dos cirurgiões em realizar lobectomias por VATS, usando como ponte de corte o número de 50 lobectomias por VATS ou mais para considerar-se como proficientes e menos de 50 lobectomias como não proficientes. Nessa análise pode-se observar que houve diferença nos tempos das três etapas de sutura, sendo o tempo menor para o grupo com maior experiência, porém somente no tempo 3 houve diferença estatística significativa (Gráfico 6).

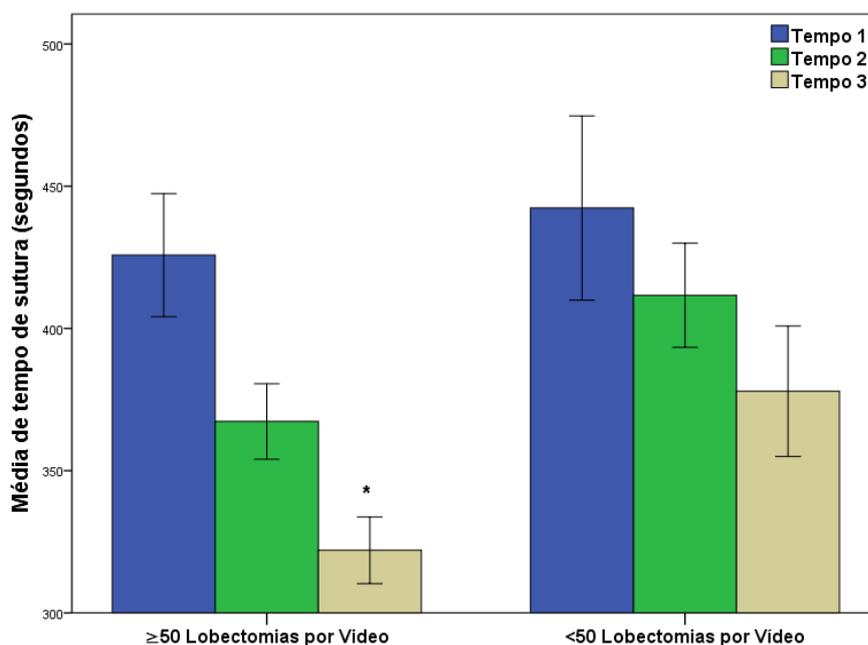


Gráfico 6 - Tempo de sutura de acordo com a proficiência em lobectomias por vídeo ($p < 0,05$ apenas entre tempo 3).

4.3 Avaliação do simulador

Não houve nenhuma avaliação como péssima ou ruim pela escala de Likert. Todos avaliaram o simulador como bom, ótimo e excelente em todos os itens perguntados. Um ponto importante dessa avaliação mostra que 96% dos participantes avaliaram como ótima ou excelente a aparência visual, design, ergonomia de posicionamento do simulador assim como seu desempenho e eficácia. Ainda nessa avaliação, 100% dos participantes avaliaram como ótimo ou excelente a distribuição dos portais e adequação da triangulação. Relativo ao pulmão de TPE utilizado na simulação temos que 96% o consideram como ótimo e excelente em relação ao *feedback* de resistência e resiliência do material (Quadro 4).

Quadro 4 - Avaliações dos cirurgiões do simulador desenvolvido.

	n (%)
Aparência Visual	
Bom	1 (4)
Ótimo	13 (52)
Excelente	11 (44)
Design do Simulador	
Bom	1 (4)
Ótimo	8 (32)
Excelente	16 (64)
Distribuição de Portais	
Ótimo	8 (32)
Excelente	17 (68)
Adequação da profundidade	
Ótimo	9 (36)
Excelente	16 (64)
Ergonomia de posicionamento	
Bom	1 (4)
Ótimo	6 (24)
Excelente	18 (72)
Visibilidade do Campo Operatório/Qualidade de Imagem	
Bom	3 (12)
Ótimo	7 (28)
Excelente	15 (60)
Feedback de Resistência e Resiliência	
Bom	1 (4)
Ótimo	11 (44)
Excelente	13 (52)
Efeito Fulcrum	
Ótimo	12 (48)
Excelente	13 (52)
Recurso Técnico para Cirurgião auxiliar	
Bom	1 (4)
Ótimo	9 (36)
Excelente	15 (60)
Recurso para incorporar Tecnologia	
Bom	1 (4)
Ótimo	5 (20)
Excelente	19 (76)
Desempenho e Eficácia	
Bom	1 (4)
Ótimo	5 (20)
Excelente	19 (76)

4.4 Avaliação dos vídeos quanto à escala de avaliação global (OSATS) e escala de erros.

Não houve perda de procedimentos por falha na gravação. A soma do tempo de todos os vídeos teve como duração 337,31 minutos de gravação a serem analisados.

As médias marginais de OSATS 1 demonstraram uma evolução favorável ao longo das três etapas do experimento, com aumento progressivo, porém sem significância estatística (Gráfico 7).

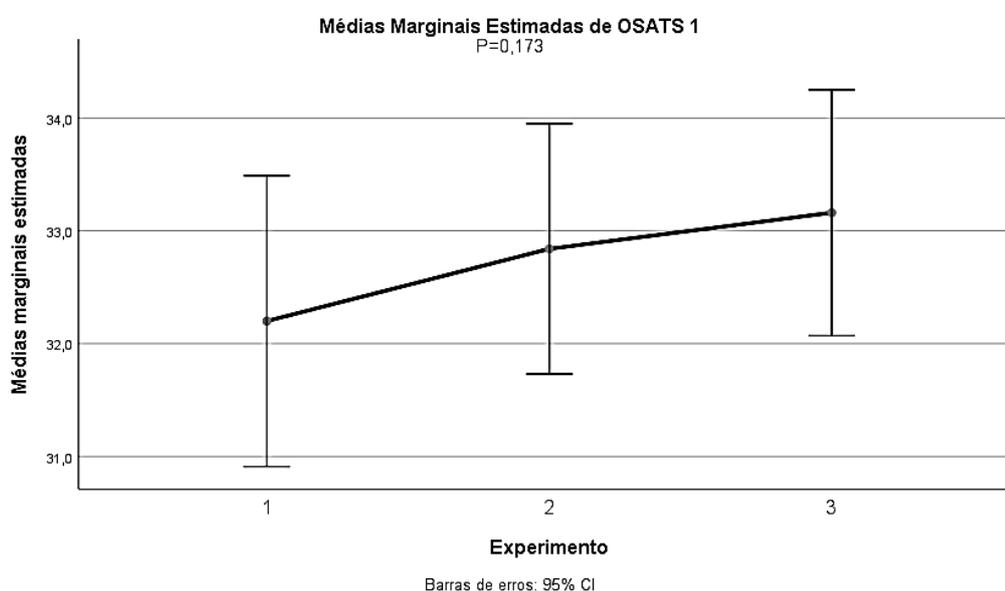


Gráfico 7 - Medidas marginais estimadas de OSATS 1.

Quando foram avaliadas as mesmas médias marginais de OATS 2 também se observou uma evolução nas médias, principalmente da primeira para a segunda etapa, ficando praticamente estável na terceira etapa. A avaliação do OSTAS 2 apresentou significância estatística (Gráfico 8).

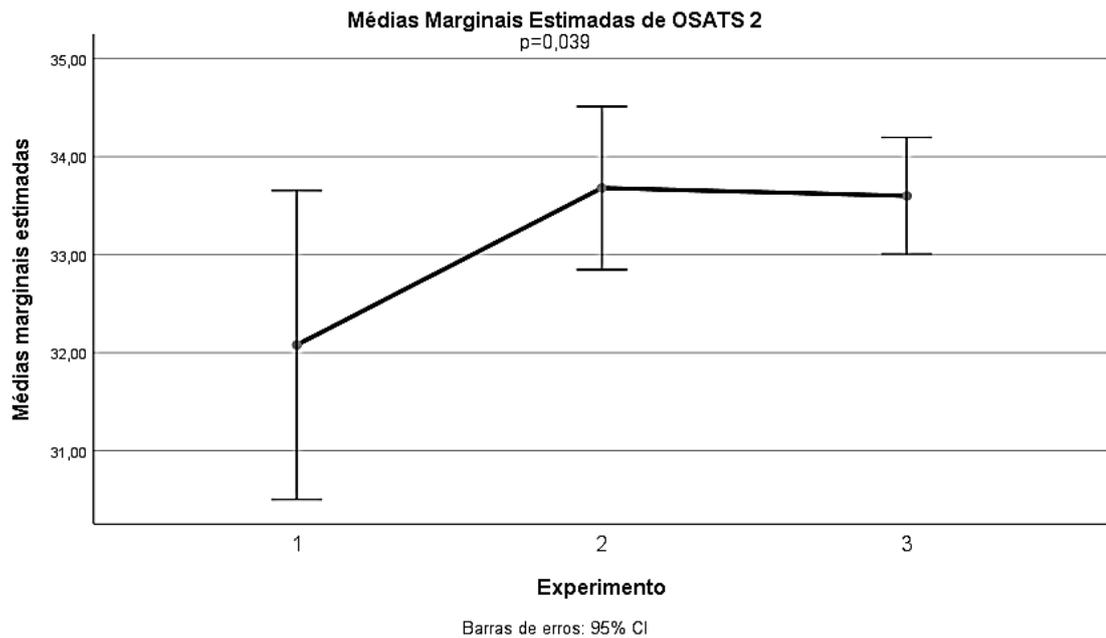


Gráfico 8 - Medidas marginais estimadas de OSATS 2.

Comparando as médias estimadas de OSATS por proficiência de lobectomia por vídeo até o terceiro quartil com o quarto quartil pode-se evidenciar que não houve diferença estatística no OSATS 2 e OSATSmédia (Gráfico 9).

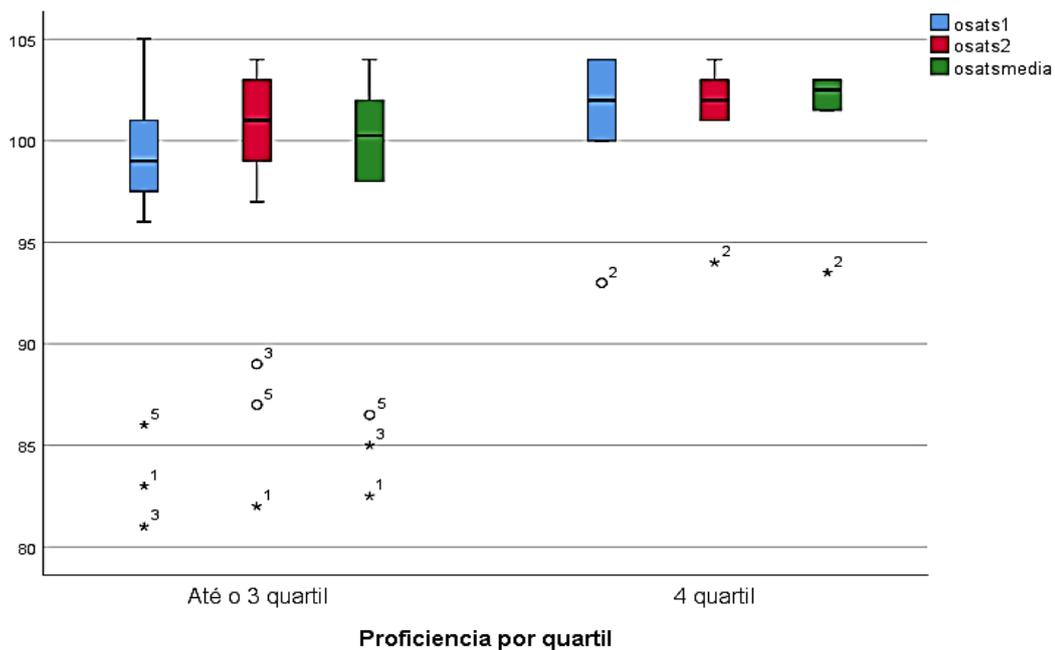


Gráfico 9 - OSATS e proficiência por quartil.

Ao serem analisadas as médias marginais estimada de Erros 1 foi possível perceber que houve uma diminuição na média de erros entre a primeira e segunda

etapas, com um leve incremento da segunda para a terceira etapa. Esse dado não apresentou diferença estatística (Gráfico 10).

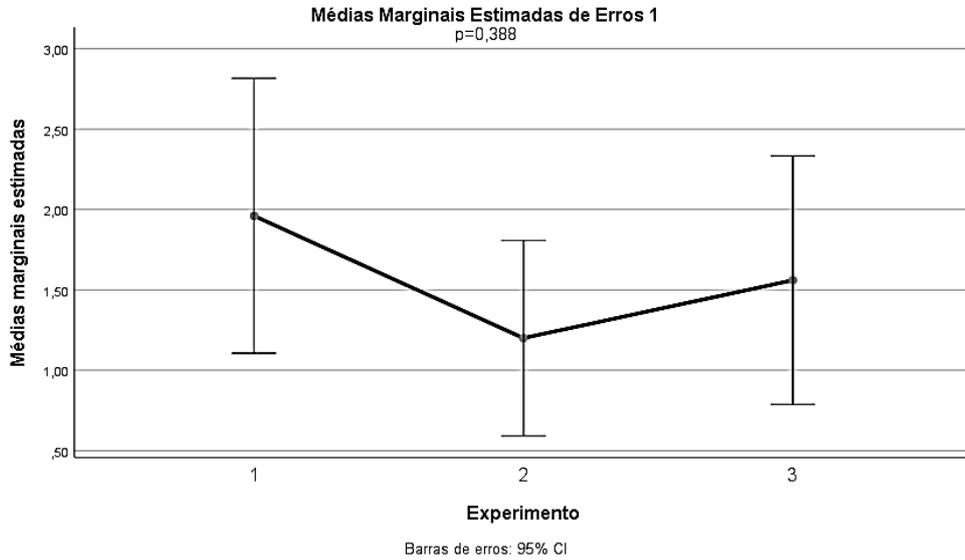


Gráfico 10 - Medidas marginais estimadas Erros 1.

Quando analisadas as médias marginais estimadas de Erros 2 pode-se perceber que o gráfico foi muito semelhante ao gráfico de Erros 1, onde também houve uma diminuição nas médias de erros da primeira para a segunda etapa, e um incremento da segunda para a terceira etapas. Nessa análise também não foi evidenciado diferença estatística (Gráfico 11).

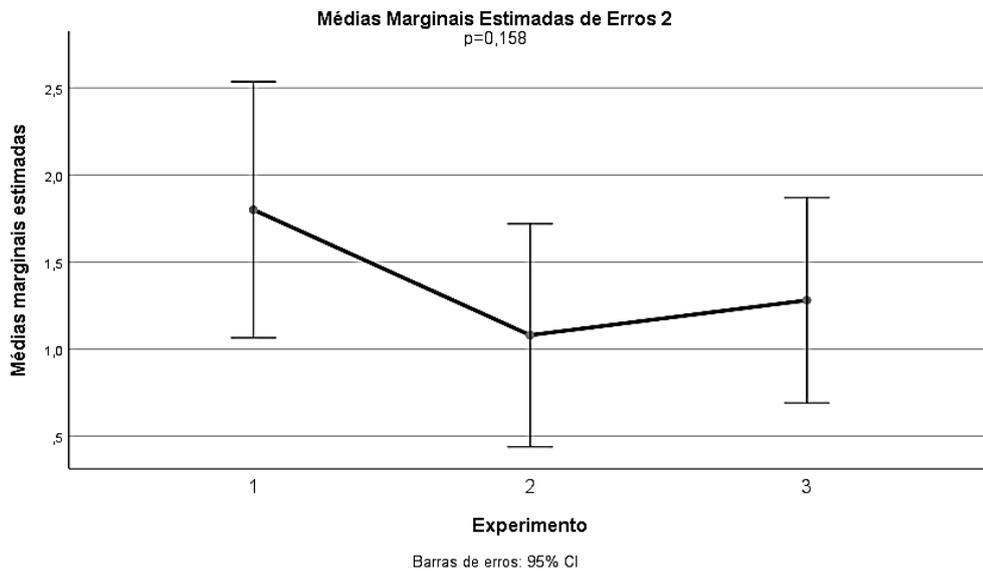


Gráfico 11 - Medidas marginais estimadas Erros 2.

5 DISCUSSÃO

5.1 Simulador

O simulador desenvolvido teve uma avaliação global positiva, sendo que 96% avaliaram como ótimo ou excelente quanto ao aspecto visual, design, adequação de triangulação e ergonomia de posicionamento e 100% avaliaram como ótimo ou excelente a distribuição dos portais. Noventa e seis por cento avaliaram como ótimo ou excelente o desempenho e eficácia do simulador.

Diversos modelos de simulação realística estão disponíveis para simulação em cirurgia, podendo utilizar simulação em caixa preta, simuladores virtuais e simulação em animais vivos. Um modelo comum de simulação de lobectomia por VATS é a lobectomia superior esquerda realizada em porcos vivos anestesiados com tubo seletivo e posicionados em decúbito lateral (TEDDE *et al.*, 2015b). Esses modelos que utilizam animais vivos tem alto custo e só podem ser utilizados uma única vez (PETERSEN; HANSEN, 2012), além se necessitarem de laboratórios equipados e habilitados para realização de cirurgias em animais, o que os torna modelos de difícil difusão. Os animais devem ser utilizados dentro dos princípios éticos do Comitê de Ética em Pesquisa com base na declaração de Helsinque. Embora a simulação em animais vivos seja uma das mais realísticas, a cada dia seu uso se torna mais difícil e onerosa, além dos problemas éticos já mencionados, e isso abre uma necessidade para o desenvolvimento de simuladores reais com peças inanimadas e simuladores de realidade virtual.

Os simuladores disponíveis, no mercado brasileiro, para simulação em cirurgia torácica são modelos que se assemelham aos simuladores de treinamento em videocirurgia geral, sendo em formato quadrado e apresentam uma triangulação que não se assemelham aos utilizados em VATS (BJURSTRÖM *et al.*, 2013; JENSEN *et al.*, 2014; MEYERSON *et al.*, 2010). Existem poucos simuladores específicos para VATS disponíveis no mercado internacional, um desses apresenta formato que não se assemelham ao tórax humano e nem a triangulação dos portais utilizados em cirurgias com 3p, além de necessitar de equipamento de monitor, iluminação e processadora de vídeo semelhantes aos usados em centros cirúrgicos (Štupnik; Stork, 2018), o que dificulta seu uso pois necessita de todo esse material de alto custo. Além

do mais, até onde pesquisou-se não existe nenhum simulador dedicado à cirurgia torácica, patenteado, no mercado nacional.

O simulador desenvolvido no presente estudo se assemelha ao tórax humano e utiliza o posicionamento dos portais e triangulação mais utilizados em VATS (MCKENNA; HOUCK; FULLER, 2006). É equipado com sistema de câmera fixa de zero grau de alta resolução, podendo também ser utilizado um sistema móvel com ótica de zero ou 30 graus acoplado ao monitor do simulador ou a um set de videocirurgia. Pode-se realizar transmissão através de aparelho multimídia para exercício simultâneo do preceptor com os alunos. Pode-se ainda acoplar o simulador a plataforma robótica *Da Vinci*. O simulador pode ter utilização em treinamento de manuseio de ótica de zero e de 30 graus, treinamento em cirurgia multiportal (2p ou 3p) (Kenton, 2006; Lewis *et al.*, 1997) ou em cirurgia uniportal (GONZALEZ-RIVAS *et al.*, 2013), além de treinamento básico com plataforma robótica.

Existe na literatura um grande número de publicações relativas a validação de simuladores (IMANI-NASAB *et al.*, 2017; LEIJTE *et al.*, 2019; RAMOS *et al.*, 2014; VICK *et al.*, 2007). Os simuladores e simulações podem ser avaliados quanto ao realismo dos mesmos, validade visual (*face validity*), que representa o quanto o simulador se assemelha à realidade, dando a sensação ou experiência de ambiente realístico. Podem também ser avaliados quanto ao conteúdo da simulação e de sua capacidade de ensino, validade de conteúdo (*content validity*), que deve ser comprovada pela resposta objetiva do aluno a capacidade de aquele simulador ou simulação serem utilizados como modelo de ensino prático; e por último podem ser avaliados pela validade de constructo (*construct validity*) (Varoquier *et al.*, 2017), onde avalia-se diferentes níveis de proficiência, sendo capaz de demonstrar que os mais experientes obtêm escores melhores que os iniciantes em uma determinada simulação.

A análise dos dados onde 96% dos participantes da pesquisa avaliaram como ótimo e excelente o *design* do simulador, aspecto visual, ergonomia de posicionamento e triangulação dos portais permite dizer que o simulador desenvolvido e utilizado pelos cirurgiões torácicos, durante a pesquisa, se assemelha ao tórax humano e ao posicionamento e triangulação utilizados em lobectomias por VATS na prática cirúrgica, o que proporciona realismo a quem utiliza o simulador, dando ao mesmo uma validade visual (*face validity*).

5.2 Simulação

A maioria da amostra era composta por homens (88%), com idade média de 41,2 (± 8 anos), com tempo de graduação de 17,8 ($\pm 8,2$ anos). Setenta e dois por cento tinham experiência em VATS, 84% com sutura endoscópica e 76% já haviam realizado curso de videocirurgia. O tempo de sutura variou de 435,7 (± 105 s) no experimento para 355,6 ($\pm 76,8$ s) no experimento 3, com uma queda importante de 80s. Os cirurgiões que já tinham experiência com sutura endoscópica fizeram o experimento num tempo menor nas 3 etapas comparando com os que não tinham. Quando foi analisado o tempo de sutura comparado a expertise em lobectomia por VATS, ficou evidenciado um tempo menor para os mais experientes nas 3 etapas, sendo estatisticamente significativo. A avaliação dos vídeos por OSATS demonstrou uma diferença estatística somente pelo examinador 2, porém a escala de erro não demonstrou diferença estatística entre as 3 etapas do experimento.

O conceito de aprendizagem foi descrito inicialmente por Knowles em 1984, e diz que o aprendizado para adultos está relacionado com independência, aplicação de novos conhecimentos relevantes, e situações de vida real (MORGAN, 2004). Outro conceito importante é o da teoria de aprendizado experimental, dividida em 4 estágios: fazer ou ter uma experiência, refletir sobre a experiência, aprender com a experiência e planejar ou aplicar o que foi aprendido (KOLB; KOLB, 2005). Com esses conceitos montou-se uma simulação de sutura de parênquima pulmonar em peça inanimada, onde o participante além de sua experiência cirúrgica prévia, teve a oportunidade de assistir a um vídeo explicativo sobre a sutura a ser realizada, liberdade na realização da primeira etapa do experimento, porém com *feedbacks* ao final de cada sessão para reflexão e aprendizado tomando como base os erros cometidos e a oportunidade de planejar e corrigir nas etapas subsequentes.

A maioria dos participantes eram jovens com idade entre 30 a 60 anos, média de 41,2 ± 8 , o que sugere que a cirurgia torácica é uma especialidade jovem e ainda em crescimento. O predomínio de cirurgiões do sexo masculino na pesquisa traduz o que acontece, na prática, na especialidade em todo o Brasil, o que alerta para a necessidade de democratizar e incentivar o acesso de mulheres a residências de cirurgia torácica.

Houve uma diminuição nos tempos aferidos durante as três sessões do experimento com tempo inicial em segundos de 435,7 ± 105 caindo no último para

355,6 ± 76,8, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Essa diminuição pode ser explicada pelo treinamento repetido em ambiente seguro e simulado como já descrito por Stefandis ao publicar artigo sobre simulação em cirurgia (STEFANIDIS et al., 2015). Associado a isso temos o fato de 96% ter avaliado a eficácia e desempenho do simulador como ótimo ou excelente em simular uma sutura de parênquima pulmonar. Essa capacidade de simular um treinamento com uma avaliação superior a 80%, e com ganho de habilidades conferiu ao simulador uma validade de conteúdo (*content validity*).

Outro fator importante na diminuição do tempo pode estar associado ao *feedback* dado a cada participante ao final de cada etapa, com a orientação do pesquisador com dicas para melhoria da segunda sessão, além do *feedback* concorrente, ou seja, orientações durante a realização das etapas 2 e 3. Essa forma de do feedback já foi demonstrada como efetiva em trabalhos anteriores (HATALA et al., 2014).

Existe literatura que suporte que tocar instrumental musical pode melhorar as habilidades em videocirurgia (BOYD et al., 2008). Outra questão levantada se refere à relação entre gênero e habilidades laparoscópicas, mostrando não haver diferença após treinamento (WHITE; WELCH, 2012). No presente estudo não foi encontrado relação estatística entre tocar instrumento e menor tempo de sutura, assim como da diferença entre gênero e tempo de sutura.

Ao analisar a correlação entre o número de lobectomias por VATS, realizadas previamente pelos participantes e o tempo de sutura, pelo teste RHO de Spearman, foi observado que houve diferença estatística na etapa 2, ou seja, na segunda vez que o participante realizou uma sutura pulmonar o mesmo conseguiu diminuir o tempo. Isso pode ser explicado pelo fato de que durante lobectomias por essa técnica não se utiliza suturas manuais, sendo assim, na etapa 1 os dois grupos, com maior ou menor número de lobectomias por VATS, estão realizando uma sutura pulmonar pela primeira vez o que aproxima seus resultados. Ao realizarem pela segunda vez, na etapa 2, os cirurgiões com maior número de lobectomias possuíam maior habilidade em cirurgia por vídeo o que facilita o aprendizado e a realização da sutura num tempo menor. Essa diferença passa a não existir, entre os grupos, na terceira etapa devido ao treinamento repetido pelo grupo com menor número de lobectomias, o que demonstra que o treinamento em simulação pode acelerar o

aprendizado de uma técnica cirúrgica conforme descrito por Scoot e Dunnington (SCOTT; DUNNINGTON, 2008).

Ao analisar a correlação entre a habilidade do cirurgião com lobectomias por toracotomia e o tempo, pelo teste RHO de Spearman, pode-se observar que houve diferença estatística na etapa 1, o que pode ser explicado por esse grupo ter uma experiência com suturas manuais, que são muito utilizadas nas lobectomias por toracotomia. Porém, não foi evidenciado diferença significativa nas outras duas sessões pois isso depende não somente da habilidade com suturas, mas também de habilidades prévias em VATS, o que não necessariamente temos nesse grupo.

Quando comparados tempo de sutura e experiência prévia na realização de suturas endoscópicas o resultado mostra uma diferença significativa somente na primeira sessão de sutura. Nas duas sessões subsequentes pode-se notar diminuição progressiva nos tempos, porém sem diferença estatística. Essas diferenças se devem ao fato de na primeira sutura os participantes com experiência prévia terem alguma habilidade adquirida em relação aos que nunca realizaram suturas endoscópicas. Como ao final da primeira sessão os participantes tiveram um *feedback* e orientações para realização das suturas subsequentes, e pelo treinamento sequencial em mais 2 etapas, isso permitiu a evolução do grupo que não tinha experiência prévia em sutura, tornado os dois grupos mais próximos e conseqüente não havendo uma diminuição de tempo estatisticamente significativa entre os grupos.

A curva de aprendizado em lobectomias por VATS é discutida em vários artigos, sendo aceito que a maioria dos cirurgiões vence essa curva entre 25 e 50 casos (FERGUSON; BENNETT, 2017). Utilizou-se o ponto de corte de 50 lobectomias para realizar comparação entre tempo de sutura e destreza em VATS (GONFIOTTI *et al.*, 2016; MCKENNA, 2008). Nessa comparação pode-se observar que há uma diferença de tempo nas três etapas de sutura em favor do grupo de maior destreza, mas somente no grupo 3 observou-se uma diferença estatística significativa. Uma explicação para essa diferença não ser aparente na primeira sessão de sutura reside no fato de que em lobectomias por VATS não é comum a realização de endosuturas o que aproxima os grupos com maior e menor destreza, porém com nas etapas subsequentes a habilidade prévia em VATS favorece o grupo com maior destreza e essa diferença se tornou estatisticamente significativa.

Ao serem analisados em conjunto, o menor tempo de sutura para o grupo com maior expertise em lobectomia por VATS e com experiência prévia em sutura

endoscópica permite dizer que o simulador utilizando o experimento de sutura pulmonar apresenta uma validade de constructo (*construct validity*), pois conseguiu diferenciar os mais experientes dos menos experientes durante a simulação que foi realizada (STEFANIDIS *et al.*, 2015; TONG *et al.*, 2012).

O ensino de técnicas cirúrgicas e na simulação em cirurgia trouxe a necessidade de mecanismos de avaliação. Diversos mecanismos foram desenvolvidos para avaliação em cirurgia, um dos mais conhecidos e aceitos é o OSATS. Diversas especialidades, Cirurgia Geral, Ginecologia, Urologia e outras, já utilizaram o OSATS para avaliação de desempenho (MANNELLA *et al.*, 2019; PINHEIRO *et al.*, 2018; STEFANIDIS *et al.*, 2015). Existe pouca literatura disponível relativa a formas de avaliação em VATS. Alguns autores utilizaram avaliação subjetiva em realidade virtual para fidelidade e conteúdo da simulação (QIN *et al.*, 2019). Avaliações de performance também tem sido relatadas, baseadas em OSATS em especialidades próximas, como a cirurgia cardíaca (HANCE *et al.*, 2005), e até mesmo em cirurgia torácica (JENSEN *et al.*, 2014), porém avaliando outros procedimentos diferentes do proposto nesse trabalho. Avaliações de desempenho foram mais bem estudadas para laparoscopia em Ginecologia e Cirurgia Geral, mas também não podem ser usadas para VATS. A avaliação de desempenho global usada no presente estudo, adaptada do OSATS, demonstra uma melhora de avaliação sucessiva nas etapas de 1 a 3, porém somente as notas dadas pelo avaliador 2 tiveram diferença estatística. A simplicidade do experimento, sutura em dois planos, pode explicar o porquê não ter havido uma diferença estatística nas três fases do experimento.

Ao avaliarmos a escala de erros, podemos perceber que houve uma queda no número de erros do início, experimento 1, para o final, experimento 3, porém também não foi possível demonstrar diferença estatística nessas medidas. A diminuição se deve provavelmente ao *feedback* e orientações dadas aos participantes pelo pesquisador.

Vale ressaltar que apesar de haver uma diferença estatística na avaliação do OSATS e da escala de erros, exceto para o OSATS 2, houve uma diminuição nos tempos de realização da sutura sem haver uma piora na avaliação pelo OSATS e escala de erro.

O presente estudo teve algumas limitações tais como uma pequena amostra, poucas etapas de sutura e não foi realizada validação translacional, onde teria que ser avaliado o desempenho dos cirurgiões em sala de cirurgia antes e depois

do experimento, porém ressalta-se as dificuldades técnicas e éticas da avaliação translacional (MCGAGHIE *et al.*, 2014), porém abre um caminho para braços de pesquisa a partir do simulador construído e do modelo de ensino em sutura pulmonar ministrado.

6 CONCLUSÃO

- O simulador de cavidade torácica desenvolvido apresenta validade de realismo, conteúdo e de construção.
- O modelo de simulação de sutura pulmonar permite o ganho de habilidade em sutura endoscópica em cirurgia torácica.
- O pulmão de TPE pode ser usado em simulação de alguns procedimentos em cirurgia torácica minimamente invasiva.

REFERÊNCIAS

- BADASH, I. *et al.* Innovations in surgery simulation: A review of past, current and future techniques. **Annals of Translational Medicine**, v. 4, n. 23, p. 1–10, 2016.
- BJURSTRÖM, J. M. *et al.* Simulation-based training for thoracoscopy. **Simulation in Healthcare**, v. 8, n. 5, p. 317–323, 2013.
- BOYD, T. *et al.* Music experience influences laparoscopic skills performance. **Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons**, v. 12, n. 3, p. 295–298, 2008.
- BRAIMBRIDGE, M. V. The history of thoracoscopic surgery. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 56, n. 3, p. 610–614, 1993.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. [s.d.]. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt3088_23_12_2011_rep.html>
- BRIDGES, M.; DIAMOND, D. L. Residents in the Operating Room. **the American Journal of Surgery**, v. 9610, n. 98, p. 2–6, 1999.
- CARPENTER, A. J. *et al.* Envisioning simulation in the future of thoracic surgical education. **Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 135, n. 3, p. 477–484, 2008.
- CASO, R. *et al.* Outcomes of minimally invasive sleeve resection. **Journal of Thoracic Disease**, v. 10, n. 12, p. 6653–6659, 2018.
- COOK, D. A. *et al.* Technology-Enhanced Simulation for Health Professions Education. **Jama**, v. 306, n. 9, 2011.
- DAROSA, D. A.; BELL, R. H.; DUNNINGTON, G. L. Residency program models, implications, and evaluation: Results of a think tank consortium on resident work hours. **Surgery**, v. 133, n. 1, p. 13–23, 2003.
- DIVISI, D. *et al.* Video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy learning curve: what program should be offered in a residency course? **Journal of Visualized Surgery**, v. 3, n. 5, p. 143–143, 2017.
- FERGUSON, M. K.; BENNETT, C. Identification of Essential Components of Thoracoscopic Lobectomy and Targets for Simulation. **Ann Thorac Surg**, p. 1 a 8, 2017.
- GAUDET, M. A.; D'AMICO, T. A. Thoracoscopic Lobectomy for Non-small Cell Lung Cancer. **Surgical Oncology Clinics of North America**, v. 25, n. 3, p. 503–513, 2016.
- GHADERI, I. *et al.* Technical Skills Assessment Toolbox. **Annals of Surgery**, v. 261, n. 2, p. 251–262, 2015.

- GONFIOTTI, A. *et al.* Development of a video-assisted thoracoscopic lobectomy program in a single institution: Results before and after completion of the learning curve. **Journal of Cardiothoracic Surgery**, v. 11, n. 1, p. 1–7, 2016.
- GONZALEZ-RIVAS, D. *et al.* Uniportal video-assisted thoracoscopic lobectomy. **Journal of Thoracic Disease**, v. 5, n. SUPPL.3, 2013.
- HAN, J. J.; PATRICK, W. L. See one—practice—do one—practice—teach one—practice: The importance of practicing outside of the operating room in surgical training. **Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 157, n. 2, p. 671–677, 2019.
- HANCE, J. *et al.* Objective assessment of technical skills in cardiac surgery. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 28, p. 157–162, 2005.
- HATALA, R. *et al.* *Feedback* for simulation-based procedural skills training: A meta-analysis and critical narrative synthesis. **Advances in Health Sciences Education**, v. 19, n. 2, p. 251–272, 2014.
- IMANI-NASAB, M. H. *et al.* Validity and reliability of the Evidence Utilisation in Policymaking Measurement Tool (EUPMT). **Health Research Policy and Systems**, v. 15, n. 1, p. 1–11, 2017.
- JENSEN, K. *et al.* Simulation-based training for thoracoscopic lobectomy: a randomized controlled trial. **Surgical Endoscopy**, v. 28, n. 6, p. 1821–1829, 18 jun. 2014.
- JENSEN, K. *et al.* Using virtual reality simulation to assess competence in video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) lobectomy. **Surgical Endoscopy**, v. 31, n. 6, p. 2520–2528, 2017.
- KAHOL, K. *et al.* Quantitative evaluation of retention of surgical skills learned in simulation. **Journal of Surgical Education**, v. 67, n. 6, p. 421–426, 2010.
- KENTON, K. How to Teach and Evaluate Learners in the Operating Room. **Obstetrics and Gynecology Clinics of North America**, v. 33, n. 2, p. 325–332, 1 jun. 2006.
- KOLB, A. Y.; KOLB, D. A. Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. **Academy of Management Learning and Education**, v. 4, n. 2, p. 193–212, 2005.
- L. SIHOE, A. D. The Evolution of VATS Lobectomy. **Topics in Thoracic Surgery**, v. 1, p. 181–210, 2012.
- LEIJTE, E. *et al.* Construct, content and face validity of the eoSim laparoscopic simulator on advanced suturing tasks. **Surgical Endoscopy**, v. 33, n. 11, p. 3635–3643, 2019.

LEWIS, R. J. *et al.* One hundred video-assisted thoracic surgical simultaneously stapled lobectomies without rib spreading. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 63, n. 5, p. 1415–1421, 1997.

LI, Y.; WANG, J. Video-assisted thoracoscopic surgery sleeve lobectomy with bronchoplasty : an improved operative technique. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 44, n. April, p. 1108–1112, 2013.

MANNELLA, P. *et al.* Simulation as tool for evaluating and improving technical skills in laparoscopic gynecological surgery. **BMC surgery**, v. 19, n. 1, p. 146, 2019.

MCGAGHIE, W. C. *et al.* A critical review of simulation-based mastery learning with translational outcomes. **Medical Education**, v. 48, n. 4, p. 375–385, 2014.

MCKENNA, R. J. Complications and Learning Curves for Video-Assisted Thoracic Surgery Lobectomy. **Thoracic Surgery Clinics**, v. 18, n. 3, p. 275–280, 2008.

MCKENNA, R. J.; HOUCK, W.; FULLER, C. B. Video-Assisted Thoracic Surgery Lobectomy: Experience With 1,100 Cases. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 81, n. 2, p. 421–426, 1 fev. 2006.

MEI, J. *et al.* A novel method for troubleshooting vascular injury during anatomic thoracoscopic pulmonary resection without conversion to thoracotomy. **Surgical Endoscopy**, v. 27, n. 2, p. 530–537, 2013.

MEYERSON, S. L. *et al.* An Inexpensive, Reproducible Tissue Simulator for Teaching Thoracoscopic Lobectomy. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 89, n. 2, p. 594–597, 2010.

MORGAN, N. Opinion pieces. **Place Branding**, v. 1, n. 1, p. 19–20, 2004.

MOURA JÚNIOR, Luiz Gonzaga de. **Modelo acadêmico de ensino teórico-prático em vídeo cirurgia, por meio de novo simulador real de cavidade abdominal**. 2015.202f. Tese (Doutorado em Cirurgia) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

NWOGU, C. E. *et al.* VATS lobectomy has better perioperative outcomes than open lobectomy: CALGB 31001, an ancillary analysis of CALGB 140202 (Alliance). **Annals of Thoracic Surgery**, v. 99, n. 2, p. 399–405, 2015.

PETERSEN, R. H.; HANSEN, H. J. Learning curve associated with VATS lobectomy. **Annals of cardiothoracic surgery**, v. 1, n. 1, p. 47–50, 2012.

PINHEIRO, E. F. M. *et al.* Simulated training of a laparoscopic vesicourethral anastomosis. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 33, n. 8, p. 713–722, 2018.

PUMA, F. *et al.* Original “double-step” technique for large superior sulcus tumors invading the anterior chest wall without subclavian vessels involvement. **Journal of Thoracic Disease**, v. 10, n. 1, p. S1850–S1854, 2018.

QIN, Z. et al. Towards Virtual VATS, Face, and Construct Evaluation for Peg Transfer Training of Box, VR, AR, and MR Trainer. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2019, p. 1–10, 2019.

RAMOS, P. et al. Face, content, construct and concurrent validity of dry laboratory exercises for robotic training using a global assessment tool. **BJU International**, 2014.

ROCCO, G.; MARTIN-UCAR, A.; PASSERA, E. Uniportal VATS wedge pulmonary resections. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 77, n. 2, p. 726–728, 2004.

ROVIARO, G. et al. Videoendoscopic pulmonary lobectomy for cancer. **Surgical laparoscopy & endoscopy**, 1992. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1341539>>.

SCOTT, D. J. et al. Laparoscopic training on Bench Models: Better and More COst effective than Operating Room Experience. **J Am Coll Surg**, v. 7515, n. 00, p. 272–283, 2000.

SCOTT, D. J.; DUNNINGTON, G. L. The new ACS/APDS skills curriculum: Moving the learning curve out of the operating room. **Journal of Gastrointestinal Surgery**, v. 12, n. 2, p. 213–221, 2008.

STEFANIDIS, D. et al. Simulation in Surgery: What's Needed Next? **Annals of Surgery**, v. 261, n. 5, p. 846–853, 2015.

ŠTUPNIK, T.; STORK, T. Training of video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy: the role of simulators. **Shanghai Chest**, v. 2, p. 52–52, 2018.

TEDDE, M. L. et al. Video-assisted thoracoscopic surgery in swine : an animal model for thoracoscopic lobectomy training. **Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery**, v. 21, n. May, p. 224–230, 2015.

TONG, B. C. et al. Validation of a thoracoscopic lobectomy simulator †. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 42, n. February, p. 364–369, 2012.

VAROQUIER, M. et al. Construct, Face, and Content Validation on Voxel-Man® Simulator for Otologic Surgical Training. **International Journal of Otolaryngology**, v. 2017, p. 1–8, 2017.

VICK, L. R. et al. Face, Content, and Construct Validities of Inanimate Intestinal Anastomoses Simulation. **Journal of Surgical Education**, v. 64, n. 6, p. 365–368, 2007.

WANG, A. T.; ERWIN, P. J.; HAMSTRA, S. J. Technology-Enhanced Simulation. **JAMA**, v. 55905, n. 9, p. 978–988, 2015.

WHITE, M. T.; WELCH, K. Does gender predict performance of novices undergoing Fundamentals of Laparoscopic Surgery (FLS) training? **American Journal of Surgery**, v. 203, n. 3, p. 397–400, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - FORMULARIO DE COLETA DE DADOS

Form.

Pesquisa: Desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva

Pesquisadores Responsáveis: Francisco Martins Neto/Dr. Acrisio Sales Valente.

1. Idade _____ Gênero: Masculino Feminino
2. Ano de graduação _____ Cidade/UF onde mora: _____
3. Ano de conclusão da especialidade cirurgia geral _____
4. Ano em que concluiu/concluirá residência em cirurgia torácica _____
5. Nível especialização
 - R1 cirurgia geral R1 cirurgia torácica cirurgião torácico
 - R2 cirurgia geral R2 cirurgia torácica
6. Mão dominante: Direita Esquerda Ambas
7. Toca algum instrumento musical: Sim Não
8. Em caso afirmativo, qual instrumento: _____
9. Joga ou jogava videogame: Sim Não
10. Tempo semanal gasto com videogame: 1-2h 2-3h 4h ou mais horas
11. Pratica alguma atividade ou hobby manual tais como, tricô, bordado, pintura?
 - Sim Não
12. Em caso afirmativo, qual hobby? _____
13. Antes de iniciar a residência em cirurgia torácica, quantas colecistectomias por vídeo você realizou? _____
14. Durante a residência em cirurgia torácica, você realizou cirurgias por vídeo? Sim Não
15. Em caso afirmativo, quais das cirurgias abaixo.
 - pleuroscopia simpatectomia segmentectomia não-anatômica
 - lobectomia broncoplatia/arterioplastia segmentectomia anatômica
16. Após residência, você já participou de algum tipo de curso de videocirurgia?
 - Sim Não

17. Quantas procedimentos torácicos por vídeo você já realizou? _____
18. Qual percentual de cirurgias por vídeo você realiza na sua prática clínica? _____
19. Quantos procedimentos torácicos por vídeo, você realizou no ultimo ano? _____
20. Já realizou algum tipo de sutura por vídeo? Sim Não
21. Quantas lobectomias por vídeo você já realizou? _____
22. Quantas lobectomias por toracotomia você já realizou? _____
23. Quantas broncoplastias/arterioplastia por vídeo você já realizou? _____

Form.

Form.

APÊNDICE B - FORMULARIO DE AVALIAÇÃO DO SIMULADOR

Pesquisa: Desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva

Pesquisadores Responsáveis: Francisco Martins Neto/Dr. Acrisio Sales Valente.

24. Por favor, avalie o modelo de simulação de caixa torácica que você utilizou circulando um número para cada uma das características abaixo.

	péssimo	Regular	Bom	ótimo	Excelente
1. Aparência visual	1	2	3	4	5
2. Design do simulador	1	2	3	4	5
3. Distribuição dos portais	1	2	3	4	5
4. Adequação da triangulação	1	2	3	4	5
5. Ergonomia de posicionamento	1	2	3	4	5
6. visibilidade do campo operatório e qualidade da imagem	1	2	3	4	5
7. <i>Feedback</i> de Resistencia e resiliência	1	2	3	4	5
8. Efeito fulcrum	1	2	3	4	5
9. Recursos técnico para cirurgião auxiliar	1	2	3	4	5
10. Recurso para incorporar tecnologia	1	2	3	4	5
11. Desempenho e eficácia	1	2	3	4	5

25. Na sua opinião, o simulador que você utilizou poderia ser útil ao treino de quais cirurgias?

- | | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> Lobectomia | <input type="checkbox"/> Segmentectomia não anatômica | <input type="checkbox"/> Arterioplastia |
| <input type="checkbox"/> Metastasectomia | <input type="checkbox"/> Segmentectomia anatômica | <input type="checkbox"/> Broncoplastia |
| <input type="checkbox"/> Pneumorafia | | |

APÊNDICE B - FORMULARIO DE AVALIAÇÃO DO SIMULADOR

Pesquisa: Desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva

Pesquisadores Responsáveis: Francisco Martins Neto/Dr. Acrisio Sales Valente.

26. Quais suas sugestões para melhorar o modelo de simulador que você utilizou?

DESTACAR ESSA PARTE DO FORMULARIO E GUARDAR EM SEPARADO

Participante: _____ Data: _____

Controle Formulário: _____

APÊNDICE C - ESCALA DE ANÁLISE DE ERROS.

Tabela 2 – Escala de análise de erros

Análise de erros	Pontos	Pontos obtidos
Sutura		
Cruzar fio	1	
Esgarçar tecido	1	
Não pegou todas as camadas	1	
Ponto muito longe	1	
Ponto muito perto	1	
Quebrar fio	1	
Amassar a agulha	1	
Rasgar o tecido	1	
Nodoamento		
Nó base frouxo	1	
Nó aéreo	1	
Quebrar o fio	1	
Menos de 3 nós	1	
Uso errado do abaixador de nó	1	
Pontuação total		

Fonte: confecção do próprio autor.

APÊNDICE D - TEMPOS AFERIDOS DAS 75 SUTURAS.

Tabela 5- Tempos aferidos das 75 suturas.

PARTICIPANTE	TEMPO 1	TEMPO 2	TEMPO 3
1	06:30	07:02	05:11
2	06:40	05:42	4:16
3	06:15	06:50	07:30
4	05:30	06:10	04:30
5	09:23	05:56	05:42
6	06:40	06:00	04:40
7	08:15	07:30	08:40
8	07:35	06:30	05:30
9	06:36	05:50	06:10
10	07:10	05:10	07:30
11	07:20	06:36	05:00
12	07:30	06:46	05:30
13	07:40	06:22	06:28
14	05:30	08:10	05:30
15	06:30	05:45	04:30
16	08:30	07:20	06:45
17	06:02	05:33	05:15
18	06:22	06:00	05:38
19	05:23	06:24	05:31
20	07:53	07:15	05:20
21	08:01	08:06	06:44
22	12:40	07:13	05:40
23	05:57	04:34	04:46
24	10:01	08:57	09:23
25	07:40	07:37	06:30

Fonte: Elaborada pelo autor com base na coleta de dados.

ANEXOS

ANEXO A - DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

ANEXO A

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Eu, Francisco Martins Neto, autor do manuscrito intitulado desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica”, declaro que durante os últimos 5 anos e para o futuro próximo que possuo () ou não possuo (X) conflito de interesse de ordem:

- pessoal,
- comercial,
- acadêmico,
- político e
- financeiro no manuscrito

Declaro também que todo o apoio financeiro e material recebido para o desenvolvimento da pesquisa ou trabalho que resultou na elaboração do manuscrito estão claramente informados no texto do mesmo.

Fortaleza 12 de novembro de 2019



Francisco Martins Neto
RG 91002289370 CPF 491488343-00

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012)

Título do Projeto: Desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva

Pesquisador Responsável: Francisco Martins Neto

Orientador: Prof. Dr. Acrísio Sales Valente

Instituição do pesquisador: Centro Universitário Christus

Telefone para contato: (85) 40120012 ; 3101-4075

CEP/FChristus – Rua: João Adolfo Gurgel 133, Papicu – Cep: 60190-060 – Fone: (85) 3265-6668

Prezado (a) Participante,

Estamos muito felizes em poder contar com sua participação em nossa pesquisa “Desenvolvimento de um modelo de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica minimamente invasiva” de responsabilidade do pesquisador Francisco Martins Neto do programa de pós-graduação em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área da Saúde do Centro Universitário Christus.

Você foi selecionado através do recrutamento em seu programa de residência médica ou pelo tipo de sua especialidade médica e sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a sua instituição.

Os objetivos deste estudo são avaliar o uso de um novo modelo de cavidade torácica para aquisição/monitoramento de habilidades cirúrgicas validando-o como ferramenta pedagógica para o ensino de cirurgia torácica minimamente invasiva (CTMI).

Sua participação nesta pesquisa consistirá em preencher formulários informando sua experiência na realização de cirurgias e fatores que podem influenciar a aquisição de habilidades motoras importantes para aprendizagem de cirurgia. E será solicitado a fornecer suas impressões acerca do modelo em que está treinando. O treinamento será filmado para que experts avaliem de forma anônima o ganho de performance durante as etapas de treinamento.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão totalmente confidenciais e asseguramos o total sigilo e anonimato de sua participação. Números randômicos serão atribuídos a sua participação nos formulários, sendo os dados anonimizados avaliados por terceiros que não estão envolvidos em nenhuma etapa dessa pesquisa de forma que não será possível ter conhecimento sobre sua identidade. Os dados e informações serão divulgados de forma totalmente anônima.

Os riscos relacionados com sua participação são de ferimentos simples decorrentes do manuseio de ferramentas cirúrgicas. Todos os materiais são inertes e não há qualquer risco de contrair infecções, pois não há manipulação de material biológico.

Os benefícios relacionados com a sua participação são o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de técnicas cirúrgicas em CTMI.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(De acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de
12/12/2012)

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis Dr. Francisco Martins Neto e Prof. Acrísio Valente no e-mail netounifor@gmail.com ou através do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Christus através do telefone (85) 3265-6668

Francisco Martins Neto
Cirurgia Torácica e Broncoscopia
CREMEC 7545
Pesquisador Responsável

Eu, _____, RG nº _____
_____ declaro ter sido informado e me sinto esclarecido (a) em participar,
como voluntário (a), do projeto de pesquisa acima descrito.

_____, _____ de _____ de 201__.

Assinatura do Participante da pesquisa

ANEXO C- SOLICITAÇÃO DE APRECIÇÃO PARA APROVAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.

Ilma Sr^a

Coordenadora do Comitê de Ética e Pesquisa

Encaminho a Vossa Senhoria o projeto de Pesquisa intitulado: desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica para submeter à apreciação do comitê de ética e pesquisa.

Nestes termos

P. Deferimento

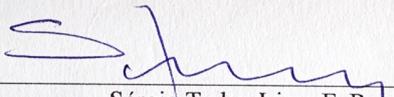
Francisco Martins Neto - CREMEC 7545

ANEXO D – CARTA DE ANUÊNCIA.

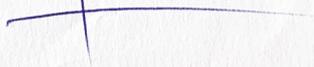
CARTA DE ANUÊNCIA

Autorizo a realização da pesquisa intitulada desenvolvimento de simulador de cavidade torácica para o ensino de habilidades práticas em cirurgia torácica do pesquisador Francisco Martins Neto. A referida pesquisa será realizada durante o XXI Congresso Brasileiro de Cirurgia Torácica, nos dias 15, 16, 17 e 18 de maio de 2019 no Ouro Minas Palace Hotel, situado na Av. Cristiano Machado número 4001, Ipiranga, Belo Horizonte-Minas Gerais.

Belo Horizonte, 14 de maio de 2019



Sérgio Tadeu Lima F. Pereira
Presidente da Sociedade Brasileira de Cirurgia Torácica



ANEXO E – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
CHRISTUS - UNICHRISTUS**



Continuação do Parecer: 3.690.739

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
Apresentou os Termos obrigatórios para dar início ao estudo desse modelo experimental.

Recomendações:
sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1257229.pdf	06/11/2019 10:33:55		Aceito
Outros	TermoCompromisso_net0.pdf	15/11/2018 12:05:07	FRANCISCO MARTINS NETO	Aceito
Orçamento	orcamento_Martinsneto.pdf	15/11/2018 12:04:28	FRANCISCO MARTINS NETO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Neto_Project.docx	15/11/2018 11:58:12	FRANCISCO MARTINS NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Consentimento.doc	15/11/2018 11:54:00	FRANCISCO MARTINS NETO	Aceito
Folha de Rosto	folharosto_MartinsNEto.pdf	14/11/2018 23:47:51	FRANCISCO MARTINS NETO	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

FORTALEZA, 07 de Novembro de 2019

Assinado por:
OLGA VALE OLIVEIRA MACHADO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Joao Adolfo Gurgel, 133
Bairro: Cocó **CEP:** 60.190-060
UF: CE **Município:** FORTALEZA
Telefone: (85)3265-6668 **Fax:** (85)3265-6668 **E-mail:** fc@fchristus.com.br

Página 06 de 07

Quadro 1 - Avaliação das características do simulador e da simulação.

ANEXO F – AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO SIMULADOR E DA SIMULAÇÃO

	Péssimo	Regular	Bom	Ótimo	Excelente
1. Aparência visual	1	2	3	4	5
2. Design do simulador	1	2	3	4	5
3. Distribuição dos portais	1	2	3	4	5
4. Adequação da triangulação	1	2	3	4	5
5. Ergonomia de posicionamento	1	2	3	4	5
6. Visibilidade do campo operatório e qualidade da imagem	1	2	3	4	5
7. <i>Feedback</i> de resistência e resiliência	1	2	3	4	5
8. Efeito fulcrum	1	2	3	4	5
9. Recursos técnicos para cirurgião auxiliar	1	2	3	4	5
10. Recurso para incorporar tecnologia	1	2	3	4	5
11. Desempenho e eficácia	1	2	3	4	5

Fonte: Adapta de Moura Júnior, 2015.

ANEXO G – ESCALA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO GLOBAL

RESPEITO PELO TECIDO

1	2	3	4	5
Utiliza os instrumentos para fechar tecidos causando inadvertidamente danos inaceitáveis		Manipula gentilmente tecidos, mas inadvertidamente causa danos		Demonstra manipular apropriadamente tecidos com danos mínimos inadvertidos

TEMPO E MOVIMENTO

1	2	3	4	5
Movimentos desnecessários		Eficiente movimentação/tempo, mas ainda com alguns movimentos desnecessários		Clara economia de movimento com máxima eficiência

MANUSEIO DA SUTURA

1	2	3	4	5
Estranha e incerta com entrelaçamentos repetidos, inabilidade para manter a tensão do fio		Lenta e cuidadosa com a maioria dos nós colocados corretamente e com tensão apropriada		Excelente controle da sutura com colocação dos nós e controle da tensão

FLUXO DA OPERAÇÃO

1	2	3	4	5
Paradas frequentes e necessidade de pensar o próximo movimento		Apresenta razoável planejamento e progressão do próximo movimento		Curso claramente pensado da operação com eficiência na passagem de um movimento para o outro

CONHECIMENTO DO PROCEDIMENTO

1	2	3	4	5
Conhecimento insuficiente parece incerto e hesitante		Demonstra conhecer todos os passos importantes da operação		Demonstra familiaridade com todos os passos da operação

PERFORMANCE GERAL

1	2	3	4	5
Muito pobre		Competente		Claramente superior

QUALIDADE DO PRODUTO FINAL

1	2	3	4	5
Muito pobre		Competente		Claramente superior