

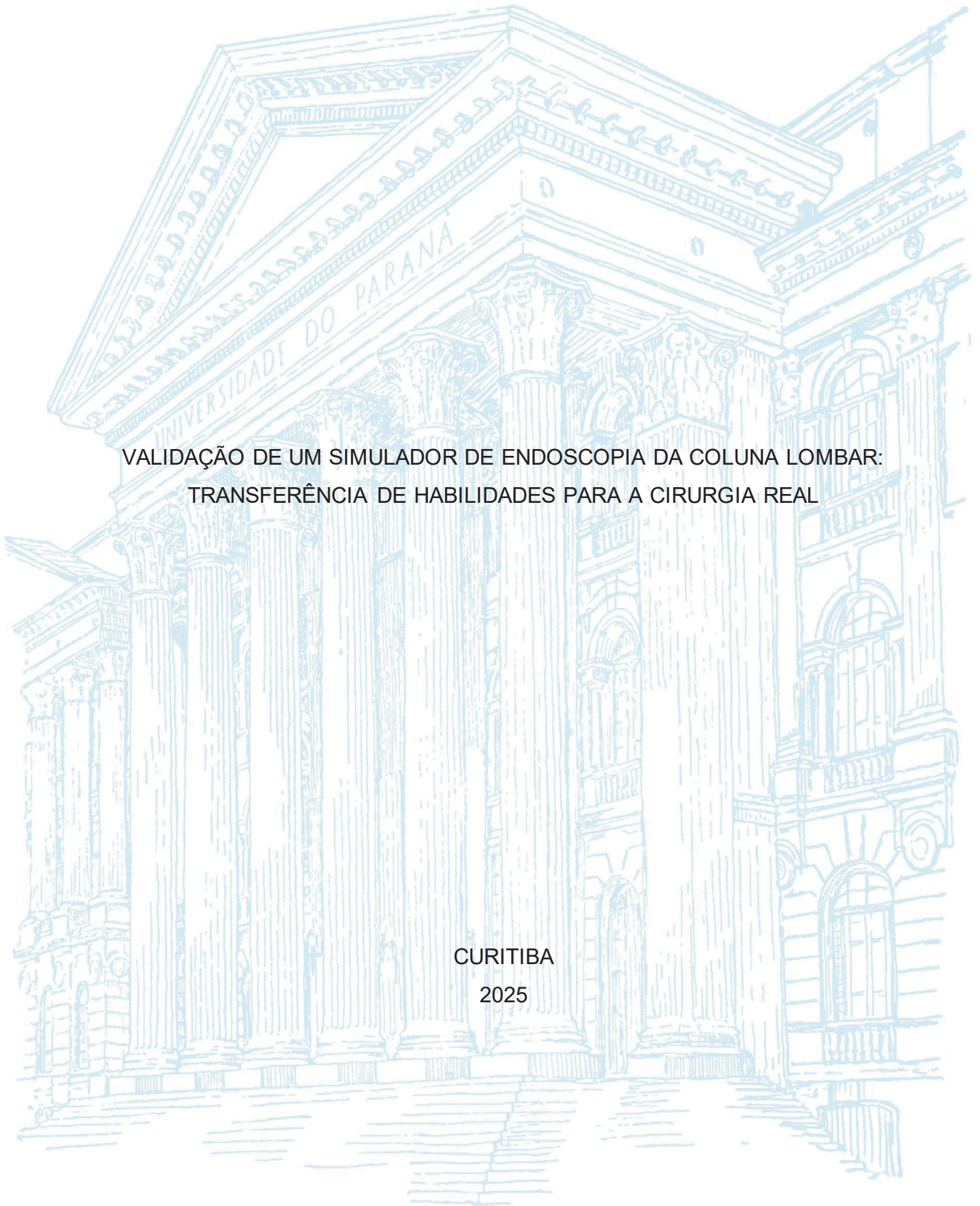
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÁLYN SON LAROC CA KULCHESKI

VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR:
TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL

CURITIBA

2025



ÁLYN SON LAROC CA KULCHESKI

VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR:
TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Clínica Cirúrgica, do Setor de Ciências da
Saúde, da Universidade Federal do Paraná, como
requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Stieven Filho

CURITIBA

2025

Kulcheski, Álynson Larocca
Validação de um simulador da coluna lombar: transferência de
habilidades para a cirurgia real [recurso eletrônico] / Álynson Larocca
Kulcheski. – Curitiba, 2025.

1 recurso online: PDF

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação (Clínica Cirúrgica).
Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná, 2025.
Orientador: Prof. Dr. Edmar Stieven Filho.

1. Educação médica. 2. Treinamento por simulação.
3. Endoscopia. 4. Coluna vertebral. I. Stieven Filho, Edmar.
II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

W18



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEDICINA (CLÍNICA
CIRÚRGICA) - 40001016018P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MEDICINA (CLÍNICA CIRÚRGICA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ÁLYN SON LAROCCA KULCHESKI**, intitulada: **VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR: TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL**, sob orientação do Prof. Dr. EDMAR STIEVEN FILHO, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa. A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 24 de Junho de 2025.



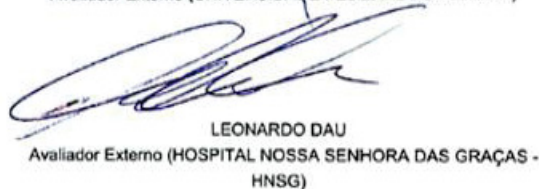
EDMAR STIEVEN FILHO
Presidente da Banca Examinadora



MARCIO FERNANDO APARECIDO DE MOURA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



ADONIS NASR
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



LEONARDO DAU
Avaliador Externo (HOSPITAL NOSSA SENHORA DAS GRAÇAS -
HNSG)

A Deus, por me guiar e fortalecer em todos os momentos da minha vida, especialmente nos mais difíceis.

A minha esposa Alexandra, minha companheira, meu porto seguro e fonte do meu amor. Com doçura e generosidade, foi o alicerce da nossa família com um amor inspirador. Ao seu lado, descobri o verdadeiro sentido da paternidade e recebi os maiores presentes: nossos filhos Mathias e Martina.

A minha mãe Fátima, meu exemplo de vida, que incentivou todos os meus sonhos e me dedicou seu amor e carinho. Você foi a tranquilidade nos momentos de turbulência.

A minha avó Emília Borba Larocca (*in memoriam*), minha eterna professora, que deixou tantos ensinamentos e saudades profundas.

Ao meu mestre Xavier Soler i Graells, minha referência profissional e mentor, que me ensinou a arte da cirurgia da coluna e me fez enxergar o mundo com os olhos atentos de um aprendiz.

Ao meu professor e orientador Edmar Stieven Filho, que sempre me inspirou e acreditou em um potencial que não imaginava possuir. Graças a seu talento e dedicação pude concretizar este doutorado.

AGRADECIMENTOS

A todos os pacientes que confiaram-me sua saúde, ensinaram-me o respeito pelo corpo e compartilharam suas histórias, permitindo assim que Deus me utilizasse como instrumento para o alívio de suas dores.

A todos os alunos e colegas ortopedistas que disponibilizaram seu tempo para a participação neste trabalho, permitindo assim sua concretização.

Ao Prof. Dr. Edmar Stieven Filho, pela orientação, competência, dedicação e brilhantismo na arte de ensinar, pela confiança depositada em mim, pela enorme contribuição nesta dissertação e para minha formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio Munhoz da Cunha, pelo empenho na condução do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital de Clínicas/UFPR.

Ao Prof. Dr. Jorge Eduardo Fouto Matias, pela acolhida na Pós-Graduação e confiança na linha de pesquisa proposta.

Aos médicos, professores e cirurgiões ortopedistas do Hospital de Clínicas/UFPR e do Hospital do Trabalhador, que foram a fonte do meu aprendizado acadêmico e profissional.

Ao amigo Dr. Paul André Alain Milcent, pelas valorosas contribuições para a defesa desta tese e inúmeros conselhos intelectuais.

Aos cirurgiões de coluna Dr. Xavier Soler i Graells, Dr. Pedro Grein Santoro, Dr. André Luiz Sebben, pelo apoio na conclusão deste projeto.

Ao Dr. João Gabriel Belegante Scalabrin, Dr. Guilherme Lafitte e Dra. Carolline Popovicz Nunes, pela dedicação à pesquisa científica e pelo grande auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao secretário Márcio Roberto Guimaro, pelo voluntarioso auxílio durante todo o período do Mestrado.

À Universidade Federal do Paraná e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, que possibilitam a construção do conhecimento em meio a tantas adversidades.

“Dê-me, Senhor, agudeza para entender, capacidade para reter, método e faculdade para aprender, sutileza para interpretar, graça e abundância para falar, acerto ao começar, direção ao progredir e perfeição ao concluir.”

São Tomás de Aquino.

RESUMO

Objetivo: Validar um simulador de endoscopia da coluna lombar através do método de transferência de habilidades para um procedimento cirúrgico real e analisar sua aceitação no ensino médico. **Material e Método:** Quarenta alunos de graduação em medicina foram randomizados em dois grupos: grupo intervenção, submetido a um treinamento no simulador sintético de endoscopia da coluna lombar, e grupo controle, que recebeu apenas orientações teóricas por vídeo. Após o treinamento, todos os indivíduos realizaram uma endoscopia diagnóstica supervisionada, cujas imagens externas e endoscópicas foram analisadas para avaliação de diversos parâmetros visuais de performance (tempo para realização, número de desvio de olhar para baixo, prevalência de perda de instrumento e número de intervenções do supervisor). A ferramenta de avaliação GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) foi aplicada para mensuração objetiva, além de um questionário Likert, para avaliar as percepções dos participantes sobre sua aplicabilidade no ensino médico. **Resultados:** Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para todas as variáveis objetivas analisadas, com melhor desempenho dos indivíduos submetidos ao treinamento simulado. Durante a endoscopia diagnóstica, o grupo intervenção apresentou tempo total 43,7% menor ($p<0,001$), 85,3% menos olhares abaixo ($p<0,001$), 75,9% menos intervenções pelo cirurgião responsável ($p<0,001$), redução de 93,3% no tempo de perda de instrumentos ($p<0,001$) e 91,2% menos tempo em perda total ($p<0,001$). No protocolo GOALS, o grupo intervenção obteve pontuações significativamente superiores, em todos os cinco domínios avaliados, bem como na pontuação total consolidada ($p<0,001$). O simulador foi amplamente aceito pelos participantes, com 100% dos alunos desejando que o treinamento fizesse parte do currículo médico, além de maior motivação no aprendizado por meio da prática simulada. **Conclusão:** O simulador sintético de endoscopia da coluna demonstrou validade por transferência, com redução de 93% na perda de instrumentais, 76% nas intervenções do supervisor, 43,7% no tempo operatório e desempenho triplicado no protocolo GOALS. O simulador demonstrou aceitação por 100% dos participantes e utilidade no ensino médico.

Palavras-chave: Educação Médica. Treinamento por simulação. Endoscopia. Coluna Vertebral.

ABSTRACT

Objective: To validate a lumbar spine endoscopy simulator through the skill transfer method for a real surgical procedure and analyze its acceptance in medical education. **Materials and Methods:** Forty undergraduate medical students were randomized into two groups: the intervention group, which underwent training on a synthetic lumbar spine endoscopy simulator, and the control group, which received only theoretical video instruction. After training, all participants performed a supervised diagnostic endoscopy, during which external and endoscopic images were analyzed to assess various visual performance parameters (procedure completion time, number of downward glances, prevalence of instrument loss, and number of supervisor interventions). The GOALS (Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills) tool was applied for objective measurement of acquired skills, along with a Likert-scale questionnaire, adapted for this study, to evaluate participants' perceptions of the simulator and its applicability in medical education. **Results:** Statistically significant differences were found between the groups across all objective variables analyzed, with the intervention group demonstrating superior performance. During diagnostic endoscopy, the intervention group exhibited a 43.7% reduction in total procedure time ($p<0.001$), 85.3% fewer downward glances ($p<0.001$), 75.9% fewer supervisor interventions ($p<0.001$), a 93.3% reduction in instrument loss time ($p<0.001$), and 91.2% less total time spent on instrument loss ($p<0.001$). In the GOALS protocol, the intervention group achieved significantly higher scores across all five evaluated domains, as well as in the total consolidated score ($p<0.001$). The simulator was widely accepted by participants, with 100% of students expressing a desire for simulation-based training to be included in the medical curriculum, in addition to reporting increased motivation for learning through simulated practice. **Conclusions:** The synthetic spine endoscopy simulator demonstrated validity by transfer, with a 93% reduction in the loss of instruments, a 76% reduction in supervisor interventions, a 43.7% reduction in operative time, and tripled performance in the GOALS protocol. The simulator demonstrated acceptance by 100% of the participants and usefulness in medical education.

Key words: Medical education. Simulation training. Endoscopy. Spine.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	DESENVOLVIMENTO DA ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR	11
1.1.1	Abordagem endoscópica transforaminal	13
1.1.2	Abordagem endoscópica interlaminar	13
1.2	PROCESSO DE ENSINO EM ENDOSCOPIA DA COLUNA	15
1.3	MODELOS DE SIMULADORES NA CIRURGIA DA COLUNA	18
1.3.1	Modelos cadavéricos e animais	18
1.3.2	Modelos de realidade virtual	19
1.3.3	Modelos sintéticos	19
1.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE HABILIDADES CIRÚRGICAS	20
1.5	MECANISMOS DE VALIDAÇÃO DOS SIMULADORES	23
1.6	HABILIDADES A PARTIR DO TREINAMENTO SIMULADO	25
1.7	OBJETIVO	27
2	MATERIAL E MÉTODO	28
2.1	DESENHO	28
2.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	28
2.3	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	28
2.4	DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR	28
2.5	CUSTOS	32
2.6	PROTOCOLO DE TREINAMENTO	34
2.6.1	Treinamento no simulador endoscópico	35
2.6.1.1	Aquecimento (<i>Warm-up</i>) no simulador endoscópico	37
2.8	REALIZAÇÃO DA ENDOSCOPIA DIAGNÓSTICA	38
2.9	ANÁLISE DAS IMAGENS	39
2.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
3	RESULTADOS	42
3.1	ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA	42
4	DISCUSSÃO	49
5	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	ANEXO 1 - TABELA DE DADOS DEMOGRÁFICOS	70
	ANEXO 2 - TABELA GOALS	71

ANEXO 3 - TABELA LIKERT (ALUNOS DA GRADUAÇÃO)	73
APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.) - <u>ALUNOS</u>	74
APÊNDICE 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO <u>MÉDICOS PRECEPTORES</u>	78
APÊNDICE 3- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO <u>PACIENTES</u>	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 DESENVOLVIMENTO DA ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR

A evolução da cirurgia da coluna reflete os avanços alcançados no conhecimento anatômico e nas inovações tecnológicas. Inicialmente, as abordagens abertas eram o padrão, permitindo acesso amplo às estruturas anatômicas, porém com danos significativos aos tecidos circundantes. Mesmo diante dessas limitações a discectomia aberta, descrita por Mixter e Barr em 1934, ainda é um procedimento cirúrgico utilizado para tratamento da hérnia de disco lombar, com resultados clínicos satisfatórios (MIXTER; BARR, 1934).

Com o tempo, técnicas minimamente invasivas surgiram como alternativa, impulsionadas pela busca por menor morbidade. Os métodos cirúrgicos percutâneos na coluna lombar foram descritos na década de 1970, cerca de 40 anos após a técnica convencional (HIJIKATA, 1975). O uso de microscópio na cirurgia da coluna ganhou destaque devido aos bons resultados alcançados e menor trauma cirúrgico, permanecendo até o momento como o método de referência para a cirurgia de descompressão neural e para a hérnia de disco lombar (GOALD, 1978). Nessa evolução temporal, a endoscopia da coluna vem se tornando o novo padrão de cuidados para diversas condições que acometem a coluna vertebral, incentivando cirurgiões a incorporarem essa técnica em sua prática (RUETTEN et al., 2008).

A história da cirurgia endoscópica da coluna vertebral pode ser dividida em três fases principais: inspiração, invenção e inovação. Inicialmente, os pioneiros aspiravam métodos menos invasivos para tratar hérnias discais lombares em comparação às técnicas abertas tradicionais. Esses esforços culminaram no desenvolvimento de um acesso endoscópico conhecido como “triângulo de *Kambin*”, em homenagem ao Dr. Parvis Kambin (KAMBIN; BRAGER, 1987), definido anatomicamente pelo espaço entre a raiz nervosa, o disco intervertebral e o pedículo vertebral, constituindo uma zona segura para a introdução dos instrumentos endoscópicos. Com a fase de invenção, houve aprimoramento técnico e instrumental, incluindo a criação de endoscópios rígidos com canais de trabalho mais amplos, pinças mais delicadas e câmeras de alta definição. Tais avanços possibilitaram a expansão das indicações da endoscopia lombar para além das hérnias de disco,

abrangendo patologias como estenoses, infecções e tumores. A fase de inovação foi marcada pela consolidação da discectomia endoscópica percutânea como técnica eficaz e segura. Os métodos iniciais, como a nucleotomia percutânea, buscavam a descompressão indireta do canal espinhal pela remoção do núcleo pulposo via abordagem *inside-out*, ou seja, de dentro para fora do disco intervertebral. Com o tempo, essas técnicas evoluíram, permitindo a visualização direta e a manipulação precisa das estruturas anatômicas durante o procedimento (HIJIKATA, 1975).

Resultados clínicos relevantes já eram observados nas primeiras décadas de desenvolvimento da técnica, com taxas de sucesso de 72% reportadas por Kambin em 1983. Apesar disso, a aceitação da cirurgia endoscópica enfrentou resistência inicial por parte da comunidade médica, refletindo desafios associados à adoção de novas tecnologias e na superação da curva de aprendizado exigida (KAMBIN; BRAGER, 1987; TELFEIAN et al., 2016).

Os avanços alcançados ilustram como a criatividade e o desenvolvimento tecnológico transformaram a endoscopia da coluna, representando não apenas uma evolução técnica, mas também um compromisso contínuo com abordagens menos invasivas, que preservam a integridade tecidual e promovem melhores resultados clínicos (TELFIEIAN et al., 2016).

A abordagem totalmente endoscópica ou *full endoscopic*, surgiu na década de 1990 e se consolidou como ferramenta relevante no tratamento cirúrgico da coluna, apresentando vantagens funcionais frente aos métodos tradicionais, como menor trauma tecidual, redução da dor pós-operatória, menor tempo de internação hospitalar, cicatriz reduzida e reabilitação mais rápida, favorecendo o retorno precoce às atividades laborais (RUETTEN et al., 2002; SEBBEN et al., 2017; BONAFIM et al., 2023). Essas vantagens foram evidenciadas no estudo de Ruetten et al., que comparou a técnica endoscópica à microdiscectomia aberta e constatou uma melhora significativa da dor, além de um retorno ao trabalho em torno de 25 dias após a cirurgia, quase metade do tempo necessário na técnica aberta, que foi de aproximadamente 49 dias (RUETTEN et al., 2008).

Outra vantagem é que a endoscopia proporciona visualização superior das estruturas nervosas, com iluminação otimizada e ótica de alta resolução, promovendo segurança durante a descompressão e preservação das estruturas ligamentares e

ósseas, o que minimiza a instabilidade local. (RUETTEN et al., 2008; BONAFIM et al., 2023).

Entre as abordagens endoscópicas lombares, destacam-se a transforaminal e a interlaminar, que possuem indicações, técnicas de execução e possíveis complicações distintas. Ambas diferem quanto ao local de acesso, ao tamanho dos instrumentais utilizados e às repercussões biomecânicas, exigindo análise criteriosa para a escolha adequada em cada caso (GATELLI et al., 2019; KULCHESKI et al., 2019; SEBBEN et al., 2021).

1.1.1 Abordagem endoscópica transforaminal

A técnica transforaminal utiliza o acesso pelo forame intervertebral. É indicada para o tratamento de hérnias localizadas na região foraminal ou extraforaminal, principalmente nos níveis lombares de L2 a L5. Esta abordagem pode ser dificultada no nível mais distal de L5-S1, em decorrência da interposição anatômica da crista ilíaca e a menor dimensão do forame neste segmento lombar. Sua execução pode ser limitada em casos de estreitamento foraminal ou variantes anatômicas que dificultem o acesso. Apresenta uma curva de aprendizado menor que a abordagem interlaminar e o seu treinamento inicia-se com a técnica “*inside-out*” (de dentro do disco para fora do disco intervertebral). Nesta técnica cirúrgica adotam-se parâmetros radiográficos como referência e inicia-se o procedimento no interior do disco (“*in*”), sem a visualização e afastamento de estruturas nervosas. Já na técnica cirúrgica “*outside-in*” (de fora para dentro do disco intervertebral) inicia-se o procedimento com a visualização direta das estruturas anatômicas e nervosas, propiciando adequada proteção. Esta última abordagem exige maior treinamento e habilidade cirúrgica (YEUNG; YEUNG, 2003; RUETTEN et al., 2008). Sua principal vantagem é a preservação das estruturas ósseas e ligamentares, que minimiza o impacto sobre a estabilidade segmentar (SEBBEN et al., 2021).

1.1.2 Abordagem endoscópica interlaminar

A técnica interlaminar utiliza um acesso mais amplo pelo espaço interlaminar, sendo especialmente vantajosa no tratamento de hérnias centrais, centro-laterais e

migradas. É frequentemente aplicada nos níveis lombares mais caudais de L4-L5 e L5-S1, permitindo melhor visualização do canal vertebral central. Entretanto, devido ao maior grau de manipulação das estruturas ligamentares, há um risco potencial de instabilidade segmentar, caso a técnica não seja adequadamente executada e se remova quantidades excessivas de estruturas ósseas, em que a ressecção superior a 50% da faceta articular ou da lâmina pode comprometer a estabilidade do segmento (SEBBEN et al., 2021). A abordagem interlaminar apresenta uma curva de aprendizado mais acentuada em comparação com a técnica transforaminal (RUETTEN et al., 2008; SEBBEN et al., 2017; SEBBEN et al., 2021). Um estudo multicêntrico com cirurgiões da América Latina indicou que, em média, seriam necessárias 26 cirurgias para dominar ambas as abordagens, contudo, a percepção é de que a técnica transforaminal é mais facilmente retida (ROSS et al., 2024).

A técnica interlaminar exige um conhecimento anatômico de estruturas que nem sempre são visualizadas diretamente, como lâminas, ligamentos e raízes nervosas. Uma compreensão tridimensional é essencial para evitar a invasão do espaço medular e possíveis lesões associadas (RUETTEN et al., 2008; SEBBEN et al., 2017; SEBBEN et al., 2021).

Estudos clínicos comparando as técnicas transforaminal e interlaminar mostram eficácia semelhante na resolução de sintomas dolorosos e na recuperação funcional, com resultados favoráveis em mais de 89% dos casos. No entanto, algumas evidências sugerem que a via interlaminar pode estar associada a uma menor taxa de complicações, com aproximadamente 9,6% de incidência, em comparação com 12,5% na abordagem transforaminal (SEBBEN et al., 2021). Além disso, a técnica transforaminal requer maior exposição à radiação fluoroscópica. Embora números específicos não tenham sido encontrados nas fontes consultadas da literatura, é reconhecido que a necessidade de orientação por imagem na abordagem transforaminal pode aumentar a exposição do paciente e da equipe à radiação.

No nível L5-S1, a ampla janela interlaminar proporciona um espaço de trabalho favorável, tornando esse segmento o mais indicado para o início do treinamento na abordagem interlaminar (XU et al., 2014). A facilidade inicial oferecida por essa anatomia contribui para o desenvolvimento da técnica, o que é essencial, considerando que a cirurgia endoscópica apresenta desafios técnicos superiores aos das cirurgias convencionais e, conseqüentemente, exige uma curva de aprendizado

mais longa e complexa. As habilidades necessárias para a realização da cirurgia endoscópica diferem significativamente das exigidas para os procedimentos abertos. O aprendizado dessa técnica envolve particularidades psicomotoras, como a interpretação de imagens indiretas, a bidimensionalidade da tela de projeção de imagens, a manipulação dos instrumentos e o uso de instrumentais mais longos. Especificamente na abordagem interlaminar uniportal, um aspecto fundamental é a necessidade de rotação controlada dos instrumentais e da câmera de vídeo. Essa técnica permite a triangulação adequada para a visualização dos instrumentos no interior do endoscópio e garante que a ponta dos instrumentais, especialmente os cortantes, esteja sempre no campo de visão do cirurgião, reduzindo o risco de lesão inadvertida de estruturas nobres, como as raízes nervosas. A combinação desses fatores, aliada à ausência de referenciais anatômicos facilmente identificáveis, contribui para o aumento da curva de aprendizado até que o cirurgião atinja a proficiência na abordagem minimamente invasiva da coluna (FRIED et al., 2004; RANSOM et al., 2020; KULCHESKI et al., 2021).

Um estudo de revisão sobre os métodos de ensino de cirurgias por vídeo demonstrou que a taxa de conversão para a cirurgia aberta ainda é elevada, muitas vezes acima do ideal, refletindo as dificuldades e a insegurança dos médicos em treinamento ao lidarem com situações mais complexas. O mesmo estudo destaca a importância de um programa estruturado de ensino, recomendando que o treinamento se inicie fora da sala de cirurgia, com simulações e prática em modelos, para depois se realizar sob supervisão de cirurgiões experientes, preferencialmente em casos tecnicamente mais acessíveis nos primeiros estágios de aprendizado (NÁCUL et al., 2015).

1.2 PROCESSO DE ENSINO EM ENDOSCOPIA DA COLUNA

A cirurgia de coluna totalmente endoscópica (*full endoscopic*) emergiu como uma técnica atraente para os cirurgiões, incorporando plenamente os princípios da cirurgia minimamente invasiva. No entanto, essa abordagem apresenta desafios significativos, incluindo uma curva de aprendizado acentuada, riscos de falhas,

complicações e recorrências pós-operatórias, especialmente para cirurgiões em estágios iniciais de suas carreiras (ROSS et al., 2024).

A maioria dos cirurgiões especializados na coluna vertebral não teve treinamento efetivo em técnicas minimamente invasivas durante sua formação, tendo que buscar este conhecimento após já ter iniciado sua atuação na especialidade e desenvolver as habilidades que a técnica exige sem a tutoria de um profissional mais graduado (KAFADAR et al., 2006).

O cirurgião necessita de repetição para superar a demanda técnica que este tipo de abordagem exige, tais como: limitação do campo cirúrgico, ausência de área e estruturas circundantes visíveis que atuem como referência anatômica, dificuldade da percepção da tridimensionalidade em um monitor (WEBB et al., 2008).

Melhorar a qualidade, a eficiência e a segurança do procedimento com redução de erros técnicos, são objetivos de todas as especialidades cirúrgicas (GHOBRIAL et al., 2015). Existe ainda no Brasil um déficit na formação em videocirurgia, resultando na lenta evolução da técnica no país e poucos profissionais bem treinados, capazes de realizarem com segurança procedimentos por este método (NÁCUL et al., 2015).

Outro problema é que não existem diretrizes claras sobre como aprender a cirurgia de endoscopia da coluna (ROSS et al., 2024). A discectomia lombar aberta é um procedimento familiar para a maioria dos cirurgiões de coluna. As habilidades psicomotoras exigidas nas técnicas vídeo-assistidas divergem significativamente daquelas empregadas em cirurgias abertas, sendo estas últimas ancoradas em habilidades adquiridas desde a infância, tais como o uso de utensílios para alimentação e o manuseio de ferramentas domésticas básicas, diferente da cirurgia por vídeo, em que o cirurgião desempenha seu papel sem olhar para as mãos. Embora alguns possuam aptidão para a realização dos procedimentos por vídeo, outros enfrentam dificuldades consideráveis em atingir proficiência mesmo após um elevado número de repetições em tarefas aparentemente simples. Essa disparidade destaca a complexidade para aquisição dessas habilidades específicas, indicando a necessidade de treinamento personalizado e adaptável para otimizar o desenvolvimento de competências cirúrgicas (ALVAND et al., 2012).

A adoção de um modelo de aprendizado baseado exclusivamente na observação passiva não promove o engajamento ativo dos estudantes, resultando em

um treinamento ineficaz na formação de cirurgiões competentes. A ausência de participação prática pode levar à falta de interesse e comprometimento no processo de aprendizagem (KNEEBONE; PSIMON, 2001). Corroborando essa perspectiva, um estudo prévio nosso, avaliou o interesse de participantes e observaram que mais de 90% dos envolvidos no estudo aceitaram o treinamento e se envolveram positivamente com a atividade desenvolvida, conferindo realismo ao protótipo e demonstrando seu poder de engajamento (KULCHESKI et al., 2021).

Esses achados ressaltam a importância de métodos de ensino prático e interativo na formação cirúrgica. A aquisição de habilidades cirúrgicas exige prática deliberada e repetição. Uma abordagem eficaz de aprendizado técnico combina diversos elementos: observação de cirurgiões especialistas, participação em *workshops* com cadáveres ou modelos simulados e realização de cirurgias sob supervisão de profissionais mais experientes (ROSS et al., 2024).

Nesse contexto, os simuladores representam uma estratégia eficaz para aprimorar o treinamento em áreas cirúrgicas, aumentando a familiaridade com os instrumentais e técnicas em um ambiente seguro. Embora a simulação seja uma etapa crucial nesse processo de aprendizado, ela constitui apenas uma parte do currículo completo. É essencial que os programas de treinamento sejam adaptados às populações de cirurgiões em formação e às suas realidades específicas, considerando variações no desenvolvimento tecnológico e nas oportunidades de prática clínica (MOONESINGHE et al., 2011; NÁCUL et al., 2015).

Nos últimos 25 anos, a carga horária dos médicos em treinamento foi progressivamente reduzida, visando melhorar suas condições de trabalho e otimizar a qualidade do aprendizado. No passado, as jornadas eram significativamente mais longas, frequentemente ultrapassando as 100 horas semanais. Atualmente essa carga horária foi regulamentada e reduzida em diversos países, incluindo o Brasil, onde os programas de residência médica adotam uma jornada de aproximadamente 60 horas semanais (MOONESINGHE et al., 2011; SPONHOLZ et al., 2016; KULCHESKI et al., 2021). Contudo, esta diminuição do tempo de permanência no hospital impactou na quantidade de treinos e, conseqüentemente, piorou a performance cirúrgica deste médico em formação. A diminuição da hora trabalhada exige que o tempo efetivo dispensado seja mais bem aproveitado para o treinamento.

Neste cenário os simuladores emergem como uma alternativa promissora (GODDARD, 2010; KIRKMAN et al., 2014;).

1.3 MODELOS DE SIMULADORES NA CIRURGIA DA COLUNA

O desenvolvimento de simuladores tem como objetivo suprir falhas no treinamento e aprimorar a segurança do cirurgião. Propicia a repetição da técnica em um ambiente protegido, que antecede a prática real, atuando na prevenção de erros técnicos que possam gerar resultados devastadores (BOHM; ARNOLD, 2015). Estudos indicam que a falta de treinamento adequado e ausência de supervisão especializada são barreiras significativas para a adoção da cirurgia endoscópica da coluna. Nesse contexto, os simuladores podem ser uma solução viável para proporcionar treinamento seguro e eficaz. (KULCHESKI et al., 2021; ROSS et al., 2024).

1.3.1 Modelos cadavéricos e animais

A ideia de praticar procedimentos cirúrgicos em um cenário controlado para aprimorar as habilidades e se preparar para situações futuras da vida real não é nova. Desde as primeiras escolas de medicina na antiguidade, há mais de 2.500 anos, os alunos realizavam a dissecação em espécimes cadavéricos não apenas para aprenderem anatomia, mas também para se familiarizarem com os instrumentos cirúrgicos básicos e seu uso adequado (MATTEI et al., 2013; COELHO; VIEIRA, 2018). Cadáveres são modelos de alta-fidelidade quanto a anatomia humana, tendo papel inestimável na formação do cirurgião. Atualmente são considerados a referência para o treinamento simulado de novas técnicas. Apresentam desvantagens como custo elevado, pouca disponibilidade e risco de transmissão de doenças (BUTLER et al., 2013).

Modelos animais também são usados para simulação. Estudos realizados com a coluna de ovinos e suínos demonstraram adequada aplicação no treinamento de algumas atividades como inserção de parafuso pedicular, microdiscectomia, bloqueio peridural transforaminal lombar e endoscopia espinhal. Porém nem sempre representam fielmente a anatomia humana. Desvantagens como dificuldade de

armazenamento, não serem reutilizáveis, além de envolverem questões éticas, limitam a sua ampla utilização (BOHM; ARNOLD, 2015; CUELLAR; RUGELES, 2017).

1.3.2 Modelos de realidade virtual

O uso da realidade virtual na educação cirúrgica tem um grande potencial de revolucionar o treinamento dos cirurgiões. À medida que as fronteiras em computação e tecnologia se expandem, a realidade virtual se faz presente em *workshops* e treinamentos e certamente se tornará um componente central de educação médica no futuro. Muitos centros já a utilizam, mas sua ampla divulgação e uso ainda estão em desenvolvimento, principalmente no que tange a validação da capacidade de ensino destes modelos. Tem como vantagem ser reutilizável e o fato de as patologias poderem ser implantadas no modelo. As desvantagens são o alto custo, sobretudo das assinaturas de *softwares* e da manutenção técnica, fazendo com que ainda sejam indisponíveis para muitos serviços de educação médica em países como o Brasil (BOHM; ARNOLD, 2015).

1.3.3 Modelos sintéticos

Os modelos sintéticos usam componentes e tecidos artificiais para simular procedimentos específicos. Manequins de treinamento de ressuscitação cardíaca pulmonar e manejo de vias aéreas foram popularizados na década de 1960 e são exemplos de simulação sintética rudimentar. A partir deste período houve uma proliferação de áreas da medicina que utilizaram desses modelos como alternativa ao alto custo e difícil aquisição do simulador cadavérico. Apresentam benefícios como custo mais baixo, sustentabilidade e a possibilidade de prática repetitiva, além de se poder inserir no modelo estudado a patologia que se deseja treinar (BUTLER et al., 2013; BOHM; ARNOLD, 2015). Na presente linha de pesquisa três simuladores já demonstraram sua capacidade de validação e foram bem aceitos no ensino médico, destacando-se como ferramentas eficazes para o treinamento cirúrgico. Os resultados obtidos evidenciaram que os simuladores sintéticos são viáveis para o aprimoramento das habilidades técnicas e possuem aplicabilidade na mensuração objetiva de competências cirúrgicas. Essa abordagem tem se mostrado especialmente relevante

para procedimentos vídeo-assistidos, como a endoscopia da coluna lombar, em que precisão e familiaridade com os instrumentais são fundamentais para o desempenho cirúrgico (MILCENT et. al, 2020; DAU et al., 2021; KULCHESKI et al., 2021).

1.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE HABILIDADES CIRÚRGICAS

O ensino da técnica cirúrgica tradicional realizado durante a graduação e residência médica carece de um sistema objetivo e padronizado para treinar a habilidade cirúrgica e determinar o tempo da curva de aprendizado. O modelo de avaliação de resultados se mostra subjetivo, sendo insuficiente para aferir de forma precisa a capacidade manual dos cirurgiões iniciantes.

As medidas de aprendizado relacionadas a uma técnica cirúrgica se dividem em duas categorias: medidas do processo cirúrgico e medidas dos resultados dos pacientes (ROSS et al., 2024). Os estudos se baseiam em itens inerentes ao ato operatório no paciente, tais como: tempo total do procedimento, perda sanguínea, número de conversões para cirurgia aberta e índice de complicações. Ou seja, avaliações realizadas quando o cirurgião já está em atividade e não previamente ao início da sua prática profissional (WANG et al., 2013). Já os resultados do paciente envolvem fatores pós-operatórios, como necessidade de analgesia e transfusão sanguínea, tempo de permanência na unidade de terapia intensiva, tempo de internamento hospitalar, taxas de morbimortalidade (ROSS et al., 2024).

Uma curva de aprendizado mostra a taxa de melhoria na execução de uma tarefa em função do tempo e do número de repetições da tarefa em questão. A curva de cirurgia minimamente invasiva é multifatorial e controversa. A variabilidade de informações sobre o número de casos necessários para dominar uma técnica frequentemente é mencionada como fator limitante para sua adoção. O estudo de Ross et al. destaca que a curva de aprendizado da endoscopia da coluna é de aproximadamente 70 casos, considerada longa e complexa (ROSS et al., 2024).

Com o intuito de ordenar e padronizar a avaliação de habilidades requeridas durante o ato cirúrgico, foram desenvolvidos diversos *checklists* específicos para tal fim (HARROP et al., 2013).

O OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skill*) se baseia em uma avaliação objetiva de habilidades. É composto de sete itens avaliados em uma

escala de cinco pontos. Tais itens perfazem: 1) o respeito pelos tecidos; 2) tempo e movimentos; 3) manejo dos instrumentos; 4) conhecimento dos instrumentos; 5) fluidez do procedimento; 6) uso de assistentes e 7) conhecimento do procedimento específico (MARTIN et al., 1997; HARROP et al., 2013).

Desenvolvido como uma metodologia objetiva para avaliação de cirurgias laparoscópicas, o GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) se mostrou eficaz para avaliação de procedimentos simulados de endoscopia da coluna lombar, diferenciando cirurgiões experientes de indivíduos sem experiência cirúrgica (KULCHESKI et al., 2021). O GOALS baseia-se na percepção de cinco habilidades que denotam aptidão, sendo elas:

- 1) Percepção de profundidade: avalia a capacidade de acertar o alvo selecionado e realizar movimentos precisos e corretos.
- 2) Destreza bimanual: avalia a capacidade de usar habilmente as duas mãos de forma complementar para fornecer a exposição cirúrgica ideal.
- 3) Eficiência: avalia se o candidato apresenta uma conduta segura, eficiente e se mantém o foco na tarefa até que seja melhor realizada por meio de uma abordagem alternativa.
- 4) Manuseio dos tecidos: avalia a adequada manipulação dos tecidos com pressão aplicada de forma apropriada, sem danos significativos nas estruturas adjacentes.
- 5) Autonomia: avalia aptidão para completar a tarefa sem necessitar de orientação externa.

Cada item pode ser pontuado de 1 a 5, sendo 1 a pontuação menor e a pontuação 5 condizente com melhor performance. O valor total do *checklist* pode chegar a nota máxima de 25 pontos (VASSILIOU et al., 2005). Este método de avaliação é eficaz para análise da endoscopia espinal.

O desenvolvimento de novas tecnologias, como os neuronavegadores, os sensores e sistemas eletromagnéticos de avaliação de movimento, aumentou as possibilidades para se avaliar a habilidade de forma precisa, porém com um aumento significativo nos custos e indisponível para grande parte da comunidade médica (HODGINS; VEILLETTE, 2016).

Parâmetros visuais, como a prevalência da perda de instrumentos na tela e número de vezes que se olha para as mãos (“*lookdowns*”), são métodos objetivos de se avaliar a habilidade na cirurgia endoscópica, sem que tecnologias avançadas precisem ser utilizadas (HODGINS; VEILLETTE, 2016). A análise de dados objetivos, que considerem critérios quantitativos e qualitativos, enriquecem a experiência simulada (MATTEI et al., 2013). Esta metodologia de avaliação é de fácil replicação e foi adequadamente validada por estudos com simuladores sintéticos, permitindo uma análise ampla e imparcial (MILCENT et al., 2020; DAU et al., 2021; KULCHESKI et al., 2021). Neste contexto são apresentados parâmetros visuais simples de serem reproduzidos em uma atividade correlata.

Dados objetivos:

- Tempo total para a realização das atividades propostas. Quanto maior o tempo utilizado, maior a dificuldade durante o procedimento e este dado demonstra a intimidade com a tarefa exigida.
- Prevalência de olhares para baixo (*lookdowns*). Quanto maior o número de olhares para baixo, maior a dificuldade em entender o ambiente tridimensional de uma cirurgia por vídeo. A menor quantidade de “*lookdowns*” denota a familiaridade com o instrumento, com o ato operatório e demonstra segurança. Este é um dado quantitativo relacionado com o grau de experiência e segurança do sujeito testado.
- Prevalência da perda de instrumento durante a realização do procedimento. Os instrumentais devem, em tempo integral, serem visualizados no vídeo. Quanto maior o número de vezes em que desaparecem da tela, maior o grau de inexperiência e falta de intimidade com a técnica.
- Intervenções realizadas pelo instrutor. Reflete a autonomia e, consequentemente, a habilidade do cirurgião em tomar decisões independentes durante o procedimento, incluindo a capacidade de identificar e resolver desafios intraoperatórios sem depender excessivamente de supervisão ou orientação. Quanto maior o número de intervenções, menor autonomia e intimidade com a técnica treinada.

Dados objetivos, que possuem medidas definidas e reconhecidas, são utilizados em estudos científicos a fim de conferir credibilidade. Métodos de validação os tornam confiáveis, fazendo com que resultados obtidos sejam replicados e

demonstrem um reflexo da realidade. Nem sempre se consegue mensurar estes dados objetivamente e questionamentos subjetivos podem ser utilizados para corroborar o resultado de uma pesquisa (DALMORO; VIEIRA, 2013).

As avaliações subjetivas nem sempre possuem uma escala definida, tornando essencial a utilização de instrumentos padronizados para a mensuração de percepções e comportamentos. Em estudos que avaliam a satisfação dos alunos com o uso de simuladores é necessário empregar métodos que permitam quantificar essas impressões de forma estruturada (MILCENT et al., 2020; KULCHESKI et al., 2021). Nesse contexto, a escala de Likert se destaca como uma ferramenta amplamente utilizada para medir atitudes e comportamentos, oferecendo opções de resposta que possibilitem a análise estatística dessas variáveis subjetivas. Utiliza opções de respostas que variam de um extremo a outro em um sistema de cinco categorias de resposta (pontos), partindo de “concordo totalmente” até “discordo totalmente”. Ao contrário de uma simples pergunta de resposta "sim" ou "não", o questionário Likert permite descobrir níveis de opinião. Isso pode ser especialmente útil para temas subjetivos, que envolvem opinião e experiência individual. Ter um conjunto de respostas também ajuda a identificar mais facilmente as áreas de melhoria, para entender os níveis de eficácia do modelo que se está testando (LIKERT, 1932).

1.5 MECANISMOS DE VALIDAÇÃO DOS SIMULADORES

Para seu adequado uso em treinamento e ensino de uma técnica cirúrgica os simuladores e protocolos de avaliação devem ser submetidos a um processo de validação (FRANK et al., 2014). Existem cinco principais tipos de validação de simuladores: a) de face ou aparente, b) de conteúdo, c) de constructo, d) concorrente, e) de transferência.

- a) A validade de face ou aparente é avaliada informalmente por sujeitos sem proficiência ou expertise e se relaciona com o realismo do simulador. É comumente utilizada na validação de simuladores, com objetivo de quantificar o grau em que o modelo se assemelha a cenários clínicos reais e se representa o que se propôs a representar.
- b) A validade de conteúdo, por sua vez, julga o quão apropriado o simulador é como uma modalidade de ensino. Envolve uma avaliação formal por

especialistas acerca do dispositivo e busca responder se o simulador ensina de forma realista o que ele deveria ensinar. Está entre os métodos de validação mais aplicados em simuladores médicos. (MCDOUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010; SAKAKUSHEV et al., 2017).

- c) A validade de constructo tem como meta distinguir grupos que se comportam de forma distinta frente à variável que se está estudando. Como exemplo de uma variável pré-definida, pode-se supor que cirurgiões experientes possuem maior habilidade cirúrgica quando comparados a alunos de graduação. Ao submeter estes grupos distintos a uma tarefa, o simulador deve identificar que os cirurgiões experientes apresentam melhores escores de performance, diferenciando a expertise em cirurgias reais da inexperiência. O estudo prévio da nossa linha de pesquisa apresentou um simulador sintético da coluna que demonstrou a capacidade do simulador de diferenciar grupos distintos de experiência, conferindo a validação de constructo para o protótipo (KULCHESKI et al., 2021). Consideramos essa a validação mínima necessária para aceitar o simulador como ferramenta competente de avaliação, sendo a metodologia mais utilizada para validação de simuladores ortopédicos (MCDOUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010; MORGAN et al., 2017; KULCHESKI et al., 2021).
- d) A validade concorrente compara o simulador com um modelo padrão-ouro, como animais *in vivo* ou cadáveres humanos. Pode ser obtida, por exemplo, com a realização de um procedimento semelhante no simulador e em um modelo animal, sendo comparadas as performances obtidas.
- e) A validade de transferência atesta se as habilidades demonstradas ou adquiridas no simulador são transferidas para a realização de procedimentos reais ou de treinamentos mais avançados, como os realizados em cadáveres humanos (MCDOUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010). Esta modalidade de validação determina a capacidade do simulador em prever o desempenho futuro do indivíduo avaliado. É estabelecida ao se avaliar a desenvoltura de um indivíduo no simulador e, após um período de tempo, determinar a sua correlação com a performance do mesmo indivíduo no centro cirúrgico. Demonstra que os

parâmetros de desempenho cirúrgico obtidos durante o treinamento simulado têm correlação direta com o nível de habilidade evidenciado posteriormente em um cenário mais próximo do real. Com a validação por transferência, o simulador pode ser utilizado como uma ferramenta para atestar a competência e permitir que o indivíduo em treinamento realize a cirurgia em pacientes. É importante destacar que a validação por transferência é considerada o padrão-ouro entre as modalidades de validação de protótipos. Contudo, sua implementação é complexa e onerosa, devido às exigências logísticas e aos recursos necessários para acompanhar e avaliar o desempenho dos indivíduos em ambientes clínicos reais após o treinamento simulado. Até o presente momento, a literatura revisada não apresenta estudos que tenham realizado esse tipo de validação para simuladores na área de endoscopia da coluna vertebral. Essa lacuna pode ser atribuída às dificuldades práticas envolvidas nesse tipo de pesquisa. Estudos nessa direção são essenciais para consolidar a confiabilidade dos simuladores como ferramentas eficazes no desenvolvimento técnico de cirurgiões (MCDUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010; KULCHESKI et al., 2021).

1.6 HABILIDADES A PARTIR DO TREINAMENTO SIMULADO

O treinamento por simulação pressupõe que as habilidades adquiridas sejam transferidas para o contexto cirúrgico. No entanto, são raros os estudos que aplicaram a metodologia de validação por transferência para avaliar essa correlação. Até o momento, não há registros de estudos na área da endoscopia de coluna que tenham investigado essa transferência diretamente para a prática operatória. Os poucos trabalhos existentes avaliaram transições entre diferentes níveis de simulação, como a progressão de simuladores básicos para modelos cadavéricos, sem extrapolar para o cenário clínico real. (HOWELLS et al., 2008; CANNON et al., 2014; DAWE et al., 2014;). A escassez de validações nessa modalidade decorre de desafios metodológicos e logísticos. Para validar a transferência, seria necessário comparar cirurgiões treinados em simuladores com aqueles sem esse treinamento, em

condições clínicas reais e padronizadas, o que demanda acesso a pacientes, estrutura hospitalar específica e acompanhamento longitudinal. Além disso, questões éticas, custos operacionais elevados e dificuldades na quantificação objetiva do desempenho dificultam sua implementação (MORGAN et al., 2017). A avaliação da performance cirúrgica envolve não apenas precisão técnica, mas também adaptação intraoperatória e tomada de decisão, aspectos difíceis de medir em um estudo comparativo.

Apesar desses desafios, evidências apontam que a simulação melhora significativamente o desempenho cirúrgico real. Em uma revisão sistemática e meta-análise de Dawe et al., que analisou 34 estudos, constatou-se que o treinamento simulado impactou positivamente a performance cirúrgica, principalmente em laparoscopia e endoscopia nasal. No entanto, especialidades como ortopedia e neurocirurgia tiveram menor representatividade, possivelmente devido ao número reduzido de estudos com poder estatístico adequado para inclusão na análise. Outro achado relevante foi que, para determinadas técnicas como na endoscopia nasal, o treinamento em simuladores demonstrou equivalência ao aprendizado inicial em pacientes reais, sem perda de eficácia (DAWE et al., 2014).

Em um estudo com 20 residentes de ortopedia, Howells et al. demonstraram que aqueles submetidos ao treinamento simulado apresentaram um desempenho 57% superior em artroscopias diagnósticas de joelho em comparação ao grupo não treinado (HOWELLS et al., 2008). De forma semelhante, Atesok et al. reforçaram a importância da simulação na ortopedia, destacando que a restrição de carga horária, os custos operacionais e a segurança do paciente tornam essa abordagem indispensável. O estudo evidenciou que a transferência de habilidades adquiridas no simulador é o principal critério de validação dessa metodologia e citou um ensaio clínico randomizado em que residentes treinados em simuladores virtuais apresentaram desempenho significativamente superior na execução de laparoscopias (ATESOK et al., 2019).

Apesar da crescente adoção dos simuladores, ainda há questionamentos sobre sua efetiva transferência de habilidades para o ambiente operatório (LOHRE et al., 2020). Na cirurgia da coluna vertebral, por exemplo, a aplicação da simulação é limitada, mesmo com o avanço da cirurgia endoscópica e o crescimento do interesse acadêmico na área (SATAVA, 2007; HARROP et al., 2013). Entre 1997 e 2017, o

número de publicações científicas sobre cirurgia endoscópica espinhal aumentou mais de 40 vezes, mas apenas dois dos 38 artigos analisados em uma revisão recente investigaram simuladores aplicados à endoscopia da coluna. Ambos avaliaram a viabilidade do planejamento cirúrgico por realidade virtual, mas sem abordar a aquisição ou a transferência de habilidades para a prática operatória (LOHRE et al., 2020).

Esses dados evidenciam que, embora a simulação apresente benefícios na capacitação cirúrgica, sua validação definitiva depende da modalidade indispensável para garantir sua eficácia como ferramenta educacional: a validação por transferência. Sem esse padrão ouro, a aplicabilidade da simulação na formação cirúrgica permanece incerta. Os estudos sobre simuladores deveriam priorizar metodologias que mensurem com precisão o impacto da simulação no desempenho cirúrgico real, consolidando sua relevância na educação médica.

JUSTIFICATIVA

Foi desenvolvido um simulador reprodutível e de baixo custo com comprovada aceitação de validade de face e constructo, porém sua validação de transferência ainda não foi evidenciada (KULCHESKI et al., 2021). Desta forma, considera-se que o simulador apresentado possa melhorar o desempenho cirúrgico individual, e que tal ganho de performance possa ser transferido para um cenário cirúrgico real.

1.7 OBJETIVO

Este trabalho objetiva:

- 1) Validar um simulador de endoscopia da coluna lombar através do método de transferência de habilidades para um procedimento cirúrgico real
- 2) Analisar a aceitação e utilidade do simulador desenvolvido no ensino e treinamento médico

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 DESENHO

Ensaio clínico randomizado controlado, a partir da análise de habilidades em cirurgias endoscópicas da coluna vertebral em ambiente real e simulado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná com Certificado de Apresentação e Apreciação Ética nº 76671623.1.0000.0096 e parecer nº 6.667.174.

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- a) Alunos do curso de medicina da Universidade Federal do Paraná em estágio na Ortopedia e Traumatologia (a partir do 6º período da graduação), que já tivessem cursado a matéria de técnica operatória e que nunca tivessem realizado um procedimento de endoscopia da coluna vertebral.

2.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- a) Falta de assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (APÊNDICE 1).
- b) Contato prévio com o simulador desenvolvido.

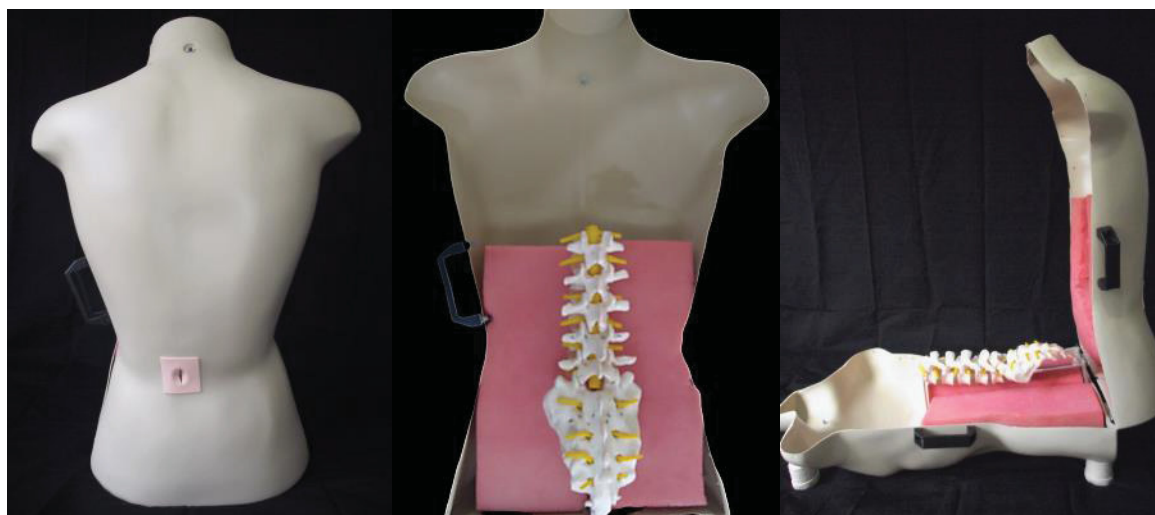
2.4 DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR

Para a avaliação dos indivíduos selecionados foi utilizado um simulador sintético de endoscopia da coluna, reproduzível e de baixo custo, previamente desenvolvido (NUNES et al., 2020) e validado por face e por constructo (KULCHESKI et al., 2021).

Tal simulador consiste em um modelo que reproduz a coluna lombossacral, contendo um segmento do nível L5-S1 com espaço interlaminar amplo e com suas estruturas internas (ligamento amarelo, raiz nervosa e disco intervertebral). O modelo foi desenvolvido a partir de um manequim plástico opaco de tronco humano de uso comercial, em que foi inserido o modelo sintético da coluna lombar (modelo EB-3012

da marca Astral Científica Comercio de Produtos e Equipamentos LTDA, Curitiba, Brasil), simulando o paciente em decúbito ventral. No dorso do manequim foi confeccionada uma perfuração de 2,5 x 2,5 cm, compatível com o portal único da endoscopia da coluna lombar (FIGURA 1).

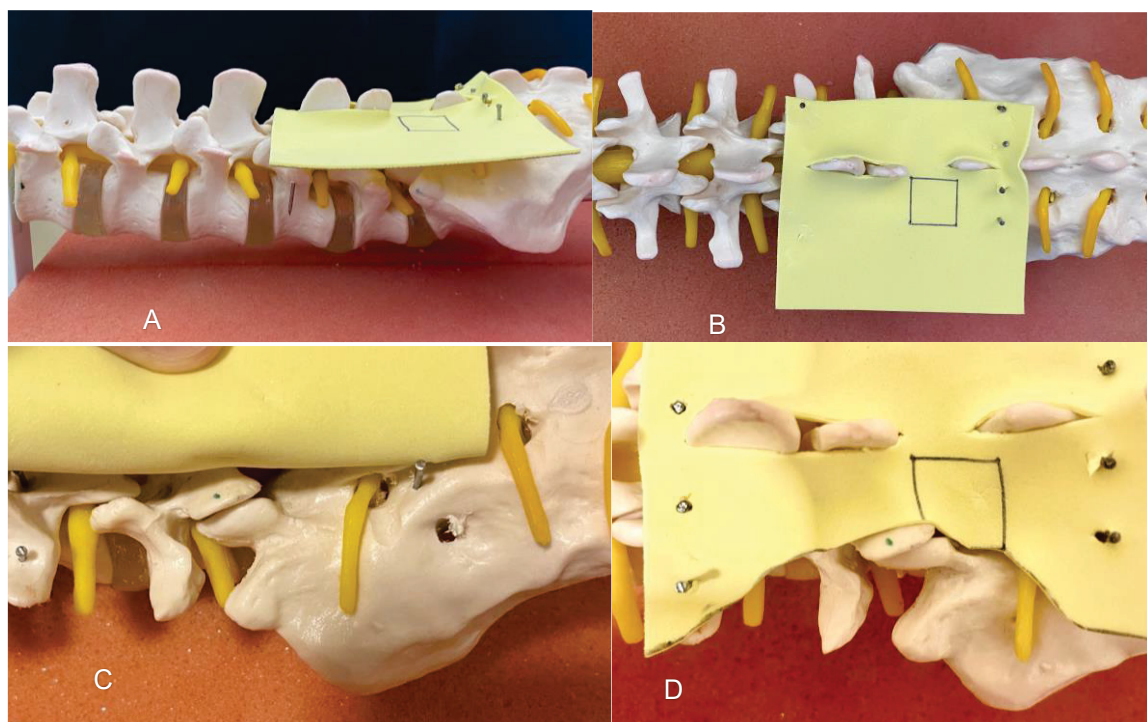
FIGURA 1 - SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA



FONTE: NUNES et al. (2020)

O ligamento amarelo foi simulado através de peças de papel de EVA da cor amarela, cortado com oito cm de largura por 11 cm de comprimento e nele foi desenhado um quadrado medindo $6,25\text{ cm}^2$ que representa o espaço interlaminar unilateral. Foi delimitada a articulação óssea, entre a faceta inferior de L5 e superior de S1, que deveria ser identificada no exercício simulado e também na cirurgia real (FIGURA 2).

FIGURA 2 - A) LIGAMENTO AMARELO INSERIDO NO MODELO VERTEBRAL. B) ÁREA DEMARCADA DO LIGAMENTO AMARELO. C) EXPOSIÇÃO DA ARTICULAÇÃO FACETÁRIA ABAIXO DO LIGAMENTO AMARELO. D) RECORTE NO LIGAMENTO AMARELO PARA EXPOR A ARTICULAÇÃO FACETÁRIA ENTRE L5 E S1



FONTE. O autor (2025)

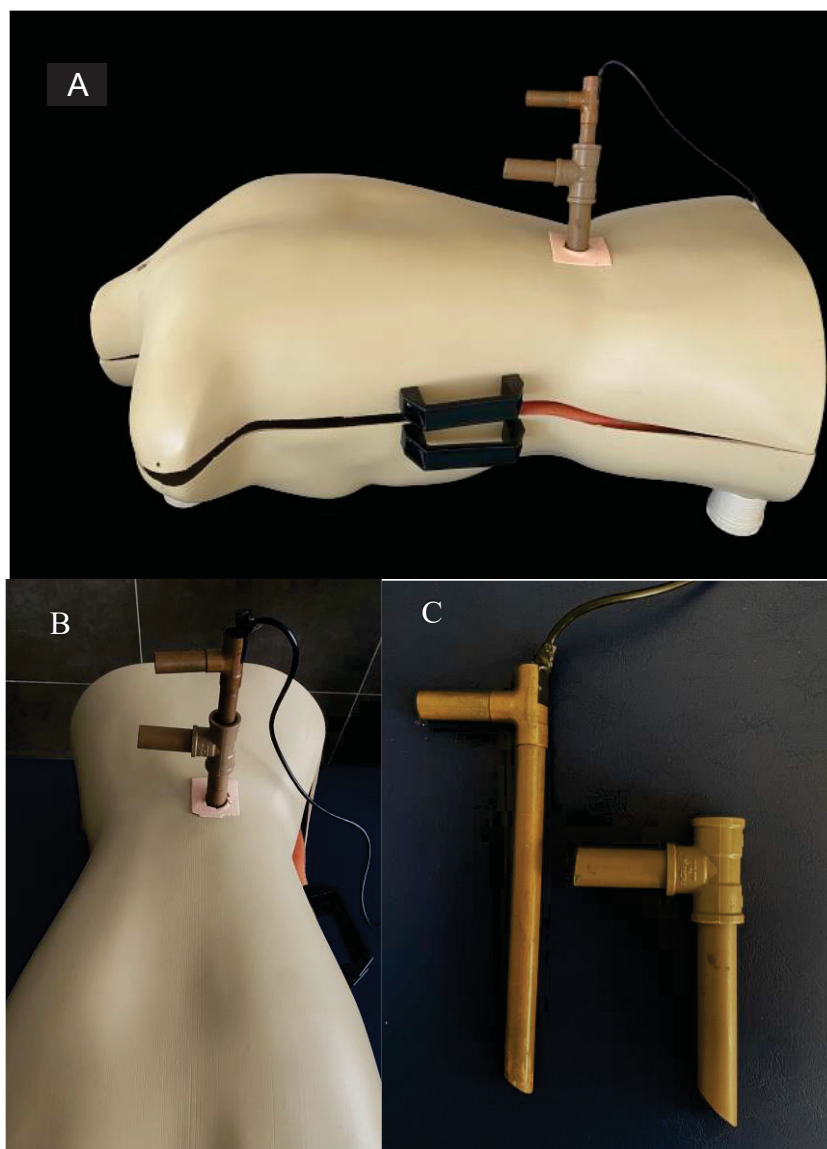
Uma câmera para filmagem de pequenas dimensões foi utilizada para simular o endoscópio e foi acoplada a um computador através de um conector USB, com as imagens obtidas sendo projetadas em um monitor para visualização. A câmera utilizada foi a do tipo sonda, com fonte de luz própria e entrada USB, com ângulo aproximado de 20 graus, modelo SXT-5.0M, da fabricante KKMOON. Essa câmera apresenta ângulo e visão similar ao endoscópio real (FIGURAS 3 e 4).

FIGURA 3 – A) VISÃO GERAL DO CONJUNTO: ENDOSCÓPIO E CAMISA DE TRABALHO. B) VISUALIZAÇÃO DO BISELADO E DO ÂNGULO DE 30°, SEGUINDO CONFORMAÇÃO DO EQUIPAMENTO ORIGINAL. C) IDENTIFICAÇÃO DOS PORTAIS DE ILUMINAÇÃO, CÂMERA ÓPTICA E TRABALHO. D) COMPARAÇÃO ENTRE MODELO SIMULADO E O ENDOSCÓPIO REAL



FONTE. O autor (2025)

FIGURA 4 – O ENDOSCÓPIO USADO NO SIMULADOR. A/B) SIMULADOR COM O ENDOSCÓPIO. B) CAMISA DE TRABALHO E ENDOSCÓPIO.



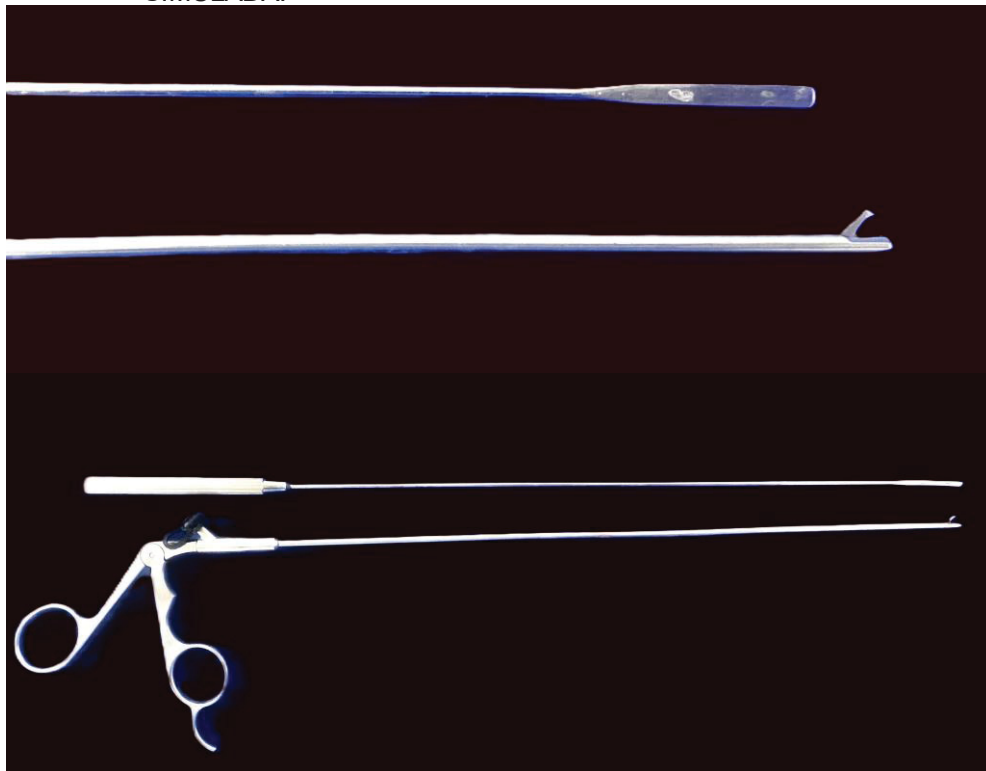
FONTE. O autor (2025)

2.5 CUSTOS

Os custos do simulador, incluindo o modelo de coluna lombar sintético, a câmera com seu adaptador e os materiais diversos para a confecção da estrutura externa e ligamento amarelo, foram da ordem de R\$ 465,00 (U\$ 90,00), conforme a tabela abaixo (TABELA 1). A tesoura e probe endoscópicos não foram desenvolvidos

para este estudo e o custo deste instrumental novo, no mercado formal, é da ordem de R\$3.500,00 (U\$ 700,00).

FIGURA 5 – TESOURA E *PROBE* ENDOSCÓPICOS USADOS NA ATIVIDADE REAL E SIMULADA.



FONTE. O autor (2025)

TABELA 1 - CUSTOS PARA CONFECÇÃO DO SIMULADOR DE ENDOSCOPIA

Material	Valor
Modelo – componentes externos	
Manequim	R\$ 36,00
Espuma	R\$ 30,00
Pés niveladores	R\$ 20,00
Alças tipo puxadores e dobradiças	R\$ 5,00
Barra de alumínio	R\$ 5,00
Parafusos e porcas	R\$ 2,50
Modelo sintético da coluna	
Coluna	R\$ 288,00
Barra de alumínio	R\$ 10,00
Cantoneira de alumínio	R\$ 5,00
Parafusos e porcas	R\$ 2,50
Ligamento amarelo	
EVA	R\$ 1,60
Pregos	R\$ 0,50
Endoscópio	
Cano PVC e conexão	R\$ 5,00
Cano cobre e conexão	R\$ 6,00
Silicone vedação	R\$ 5,00
Canudo plástico	R\$ 0,50
Câmera	R\$ 42,00
TOTAL	R\$ 464,60 / U\$ 90

FONTE. NUNES et al. (2020)

2.6 PROTOCOLO DE TREINAMENTO

Semanalmente, dois alunos foram convidados a participar do estudo e ,mediante aceite, foram alocados de forma aleatória por meio de randomização computadorizada (*UX APPS Número Aleatório®*, versão 2.1.8.2018). Um total de 40 indivíduos foram alocados em dois grupos (intervenção e controle). Após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, os participantes recebiam uma instrução inicial com um vídeo didático de aproximadamente dez minutos, como complemento ao programa habitual de graduação. O vídeo abordava os conceitos anatômicos da coluna lombar; a manipulação de pinças e instrumentais endoscópicos;

o procedimento cirúrgico de inspeção endoscópica diagnóstica a ser realizada, conceitos da visão bidimensional das cirurgias por vídeo e da técnica de localização e triangulação da cirurgia de endoscopia da coluna lombar. Além disso, demonstrava o procedimento cirúrgico de inspeção endoscópica diagnóstica e apresentava todas as etapas de uma cirurgia endoscópica real, destacando a tarefa a ser realizada no procedimento prático. Após esta instrução, os alunos eram informados sobre o grupo ao qual foram randomizados, com o participante alocado no grupo intervenção sendo submetido ao treinamento adicional no simulador. Posteriormente todos os alunos participaram de uma endoscopia diagnóstica real no centro cirúrgico, sob supervisão do cirurgião responsável. Este protocolo visou avaliar a transferência de habilidades adquiridas no simulador para o cenário cirúrgico real, caracterizando uma validação por transferência.

2.6.1 Treinamento no simulador endoscópico

O treinamento no simulador foi realizado individualmente, em duas sessões, sendo a primeira sessão com aproximadamente uma hora de duração, realizada logo após a instrução teórica disponibilizada no vídeo (FIGURA 5). Para esta prática os participantes foram posicionados em frente ao simulador sintético, com visão frontal para a tela de projeção das imagens. Foram orientados a iniciar o procedimento simulado, seguindo as orientações e protocolo estabelecido. O objetivo foi treinar a habilidade inicial de cada participante. Todos os procedimentos foram supervisionados e os participantes foram orientados a interromper a atividade se considerassem que o resultado obtido estivesse satisfatório ou quando o tempo de 1 hora de treinamento fosse atingido. O exercício simulado foi composto de quatro momentos:

- a) Apresentação e manipulação dos componentes do simulador (câmera e camisa de proteção endoscópica; tesoura e probe endoscópicos; o segmento da coluna vertebral com sua articulação facetária e o ligamento amarelo representado) (FIGURAS 1,2,3,4 e 5).
- b) Introdução da camisa de trabalho e endoscópio através do portal único paramediano posterior, posicionamento do endoscópio com visão panorâmica da coluna e identificação das estruturas internas: ligamento amarelo e articulação facetária entre L5 e S1 (cinco repetições com a mão não dominante

empunhando o endoscópio e utilizando a mão dominante para o uso do probe e da tesoura endoscópica) (FIGURAS 5 e 6).

- c) Com o endoscópio posicionado no portal posterior único com a mão não dominante, introdução do probe endoscópico com a mão dominante e posicioná-lo dentro do campo de visão, para treinamento da triangulação (cinco repetições) (FIGURAS 5 e 6).
- d) Com o endoscópio já posicionado através do portal posterior único, inserir o probe endoscópico e realizar uma endoscopia diagnóstica simulada, com identificação e palpação das seguintes estruturas (cinco repetições).
 - a. Quadrado desenhado no ligamento amarelo e realizar o toque de todas as suas bordas (medial, lateral, cranial e caudal) (FIGURA 2). O toque com o probe não deveria ultrapassar os limites do quadrado e ser realizado com precisão.
 - b. Articulação facetária, identificando a faceta inferior de L5 e faceta superior de S1 (FIGURA 2).

FIGURA 6 – TREINAMENTO NO SIMULADOR ENDOSCÓPICO



FONTE. O autor (2024)

2.6.1.1 Aquecimento (*Warm-up*) no simulador endoscópico

No dia da cirurgia real, que ocorria dois dias após o treinamento, somente o aluno do grupo intervenção realizava uma sessão de aquecimento com 10 minutos de duração antes de ingressar na cirurgia real. Neste aquecimento o aluno realizava os seguintes exercícios padronizados: introdução da camisa e cânula endoscópica; manuseio e triangulação do instrumental; identificação das estruturas internas e toque nas quatro bordas do quadrado desenhado no ligamento amarelo, bem como identificar e tocar na articulação facetária exposta de L5-S1. Após esta sessão era encaminhado para o exercício na cirurgia real endoscópica.

FIGURA 7 - VISÃO EXTERNA DO AQUECIMENTO ("WARM-UP")



FONTE. O autor (2024)

2.8 REALIZAÇÃO DA ENDOSCOPIA DIAGNÓSTICA

Transcorridos dois dias da instrução geral e treinamento do aluno alocado no grupo intervenção, ambos os alunos selecionados a cada semana participaram de uma endoscopia real da coluna lombar, realizada conforme o fluxo de procedimentos do próprio serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital do Trabalhador. Neste procedimento, cada aluno realizou individualmente uma inspeção endoscópica diagnóstica, sob orientação e condução do cirurgião responsável, o qual não conhecia o grupo no qual o referido aluno estava alocado (controle ou intervenção). Para tal, após a confecção do portal endoscópico e inserção da câmera e probe na coluna pelo cirurgião responsável, os alunos avaliados assumiram o controle dos referidos instrumentos e realizaram a identificação e palpação do ligamento amarelo em 04 pontos (medial, lateral, caudal e cranial) e da articulação facetária lateral. Foram obtidas imagens externas através de filmagem com câmera fotográfica, bem como gravadas as imagens obtidas diretamente da câmera endoscópica.

Após esta etapa inicial do procedimento, o restante da cirurgia seguiu sob comando do cirurgião responsável, e nenhum outro dado foi coletado. Tanto os médicos cirurgiões quanto os pacientes submetidos a cirurgia endoscópica da coluna foram informados quanto a realização do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido específico para cada grupo (APÊNDICE 2 e 3).

Após concluir o procedimento, os participantes foram instruídos a responder um questionário subdividido em duas partes, contendo os seguintes elementos:

- a) Dados demográficos gerais (nome, sexo, idade, mão dominante e área da medicina a qual pretendia se especializar) (ANEXO 1).
- b) Escala de Likert adaptada para este estudo, com um questionário abordando as impressões dos indivíduos acerca do simulador e sua aplicabilidade no ensino médico (ANEXO 3). Foram formuladas cinco perguntas, sendo que estas deveriam ser graduadas em um espectro de cinco descritores entre “discordo fortemente” e “concordo fortemente”. As perguntas apresentadas foram:

1. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?
2. Você considera que o simulador de coluna estimule seu aprendizado na disciplina?

3. Você gostaria que o treinamento em simulador fizesse parte do seu programa de graduação?

4. O treinamento no simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?

5. Você considera que o vídeo instrutivo foi suficiente para a execução do exercício na cirurgia real?

2.9 ANÁLISE DAS IMAGENS

A avaliação do procedimento através dos vídeos obtidos foi realizada posteriormente por um avaliador independente, cego quanto à alocação dos participantes nos grupos, de acordo com os seguintes parâmetros (FIGURA 7):

- a) Tempo total.
- b) Prevalência de olhares abaixo (*lookdowns*) - ato de desviar o olhar para baixo durante a realização do procedimento.
- c) Prevalência das perdas de instrumento - momento em que o participante não consegue manter o instrumento de trabalho utilizado no campo de visão da câmera endoscópica.
- d) Número de intervenções – momentos em que o cirurgião responsável pelo procedimento teve que realizar alguma intervenção (orientação verbal ou posicionamento dos instrumentos) para garantir a continuidade do procedimento cirúrgico.
- e) Pontuação total obtida através da metodologia GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) (ANEXO 2). Ao final do teste o avaliador emite a pontuação que poderá chegar a nota máxima de 25.

Para a padronização dos valores absolutos em relação ao tempo total do procedimento, foram coletados os seguintes valores adicionais:

- a) Número de *lookdowns* por minuto.
- b) Número de perdas por minuto.
- c) Tempo total das perdas – somatória do tempo das perdas de instrumento.
- d) Porcentagem do tempo total em perda – porcentagem do tempo total em que não foi visualizado o instrumento de trabalho.

FIGURA 8 - VISÃO EXTERNA DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO REAL



FONTE: O autor (2024).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram inseridos no programa Excel e posteriormente exportados para o programa *IBM SPSS statistics versão 20.0*. As variáveis foram avaliadas em relação a sua normalidade através do teste de Shapiro Wilk. As variáveis qualitativas foram descritas por frequências e percentuais e comparadas entre os grupos pelo teste de Mac Nemar. As variáveis quantitativas com distribuição normal foram descritas pela média e desvio padrão e comparadas entre os grupos pelo teste t de Student para amostras emparelhadas. Aquelas com distribuição assimétrica, foram descritas pela mediana, o mínimo e o máximo e comparadas pelo teste de Wilcoxon (entre grupos) e Mann Whitney (entre áreas de especialização). Para cada uma das medidas de performance, foi calculado, por aluno a diferença relativa ao

controle em percentual. Para cada variável, calculou-se a diferença percentual entre os grupos utilizando a equação:

$$(Interven\c{a}o - Controle) / Controle \times 100.$$

Esse cálculo reflete o quanto o desempenho do grupo intervenção se desviou, em termos relativos, do desempenho do grupo controle.

Por exemplo, se um aluno do grupo intervenção teve um tempo externo de 60 segundos, e seu controle teve um tempo externo de 120 segundos, obteve-se uma diferença relativa ao controle de -100%. A média destas diferenças relativas ao controle expressa em percentual foi apresentada para as variáveis de performance. Os grupos foram pareados e analisados em função desse pareamento, garantindo a comparação direta entre os participantes em cada dupla. Uma verificação *post-hoc* do poder estatístico foi realizada para avaliar a robustez dos resultados, considerando o tamanho da amostra disponível e o efeito observado. Este cálculo se deu através do programa WINPEPI 11.65 (ABRAMSON; WINPEPI, 2011). Foi considerado um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA

A amostra foi composta por 40 alunos, dos quais 20 foram submetidos ao treinamento no simulador de endoscopia e 20 formaram o grupo controle. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os alunos do grupo intervenção e controle em relação às características como sexo, idade, participação prévia em cirurgias, mão dominante, área da medicina em que desejava se especializar, nem segmento em que a cirurgia real diagnóstica foi realizada. Na Tabela 2 são apresentadas estas comparações.

Tabela 2- Características dos alunos no grupo intervenção e controle.			
Características	Intervenção n=20	Controle n=20	p
Sexo, n(%)			0,146*
Masculino	12 (60,0)	6 (30,0)	
Feminino	8 (40,0)	14 (70,0)	
Idade, média±DP	23,5±2,5	24,9±2,7	0,155**
Participou de cirurgias reais, n(%)	19 (95,0)	17 (85,0)	0,625*
Participou de cirurgias da coluna, n(%)	1 (5,0)	1 (5,0)	1,000*
Participou de cirurgias por vídeo, n(%)	11 (55,0)	9 (45,0)	0,774*
Mão dominante, n(%)			1,000*
Direita	18 (90,0)	18 (90,0)	
Esquerda	2 (10,0)	2 (10,0)	
Área de interesse na medicina, n(%)			***
Cirurgia	9 (45,0)	11 (55,0)	
Clínica	10 (50,0)	6 (30,0)	
Pediatria	-	2 (10,0)	
Não sabe	1 (5,0)	1 (5,0)	
Nível operado			1,000*
L4-L5 direito	4 (20,0)	4 (20,0)	
L4-L5 esquerdo	4 (20,0)	4 (20,0)	
L5-S1 direito	2 (10,0)	2 (10,0)	
L5-S1 esquerdo	10 (50,0)	10 (50,0)	
DP: desvio padrão. *teste de Mac Nemar; **teste t de Student para amostras pareadas; ***não realizado por não ter alunos em algumas categorias.			

FONTE: O autor (2025).

Com 20 pacientes no grupo controle e intervenção (total de 40 observações), a análise *post-hoc* demonstrou que houve um poder estatístico do estudo de 78,4% de detectar uma diferença de aproximadamente 50% do desvio padrão (tamanho de efeito moderado) em qualquer variável quantitativa avaliada, considerando uma correlação forte entre as medidas ($r=0,7$), e um $\alpha=0,05$.

Todas as variáveis de performance tiveram diferenças estatisticamente significativas entre os alunos do grupo intervenção e do grupo controle. O grupo intervenção teve um menor tempo externo, menos *lookdowns*, intervenções, perdas e tempo das perdas. As variáveis que apresentaram uma melhora mais acentuada no grupo intervenção foram o tempo das perdas (em média foi 93,9% menor que o grupo controle), a perda de instrumento (em média 92,8% menor que o grupo controle) e a porcentagem de tempo em perdas (91,2% menor). A variável que menos se beneficiou da intervenção foi o tempo externo. Todavia, esta teve uma diminuição de, em média, de 43,7%. Estes resultados são apresentados na Tabela 3 e no Gráfico 1.

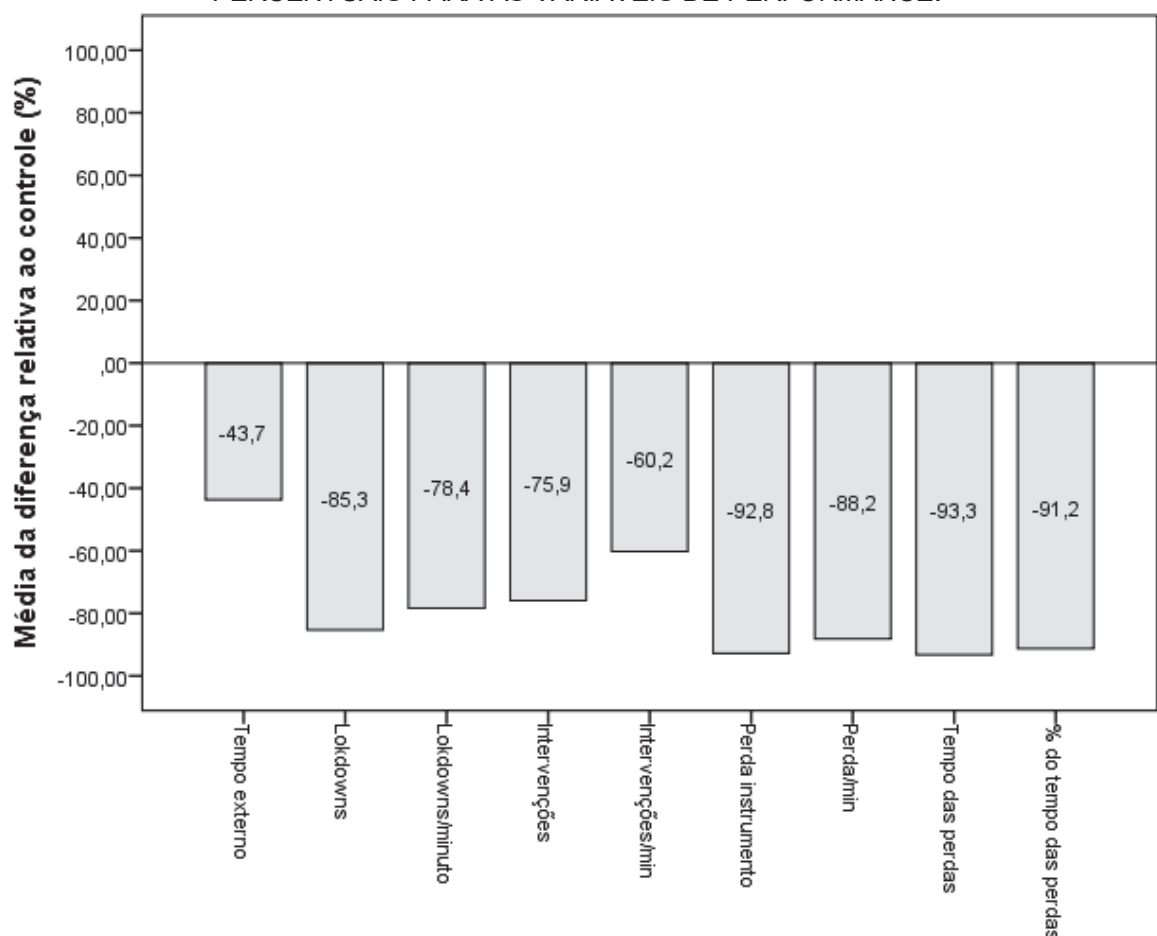
Tabela 3- Avaliação do desempenho dos alunos submetidos ao grupo intervenção em relação ao grupo controle.

Performance	Intervenção n=20	Controle n=20	Média da diferença relativa ao controle em % *	P
Tempo externo, s	61 (41-114)	123 (78-242)	-43,7%	<0,001
<i>Lookdowns</i>	0 (0-2)	5 (2-16)	-85,3%	<0,001
<i>Lookdowns</i> por minuto	0 (0-1,0)	1,6 (1,0-7,0)	-78,4%	<0,001
Intervenções	1,0 (0-2,0)	4,5 (1,0-10,0)	-75,9%	<0,001
Intervenções por minuto	0,5 (0-1,0)	2,0 (0,5-4,0)	-60,2%	<0,001
Perda de instrumento	0 (0-2)	3 (2-10)	-92,8%	<0,001
Perdas por minuto	0 (0-2)	1,3 (1,0-2,5)	-88,2%	<0,001
Tempo das perdas, s	0 (0-6)	10 (6-55)	-93,3%	<0,001
% do tempo em perda	0 (0-7)	8 (4-23)	-91,2%	<0,001

Dados descritos pela mediana (mínimo- máximo) e comparados pelo teste de Wilcoxon. *Diferença relativa ao controle expressa em $\% = ((\text{medida no aluno intervenção} - \text{medida no aluno controle}) / \text{medida no aluno controle}) * 100$.

FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 1 – MÉDIA DAS DIFERENÇAS RELATIVAS AO GRUPO CONTROLE EXPRESSA EM PERCENTUAIS PARA AS VARIÁVEIS DE PERFORMANCE.



FONTE: O autor (2025).

Quando comparado o *Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills* (GOALS) entre os grupos intervenção e controle, houve diferença estatisticamente significativa para a pontuação total, percepção de profundidade, destreza bimanual, eficiência, manuseio dos tecidos e autonomia. O grupo intervenção apresentou pontuações mais altas (Tabela 3 e Gráfico 2).

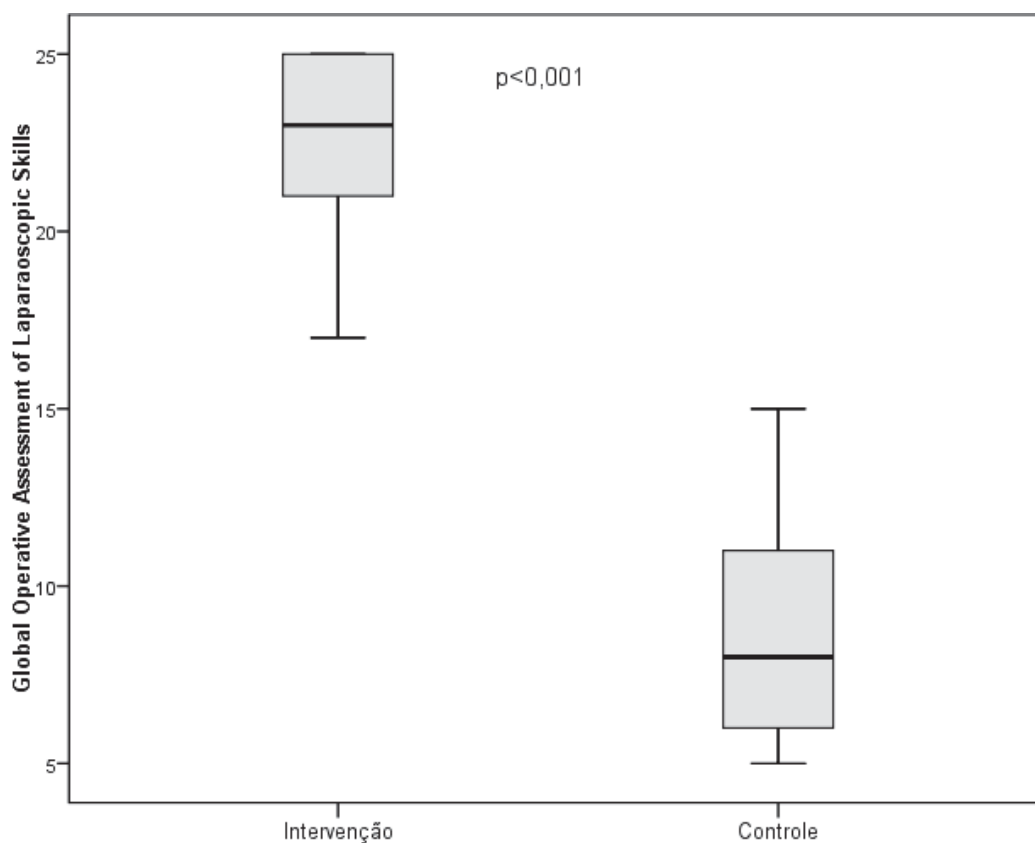
Tabela 3- Avaliação do *Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills* (GOALS) nos alunos submetidos ao grupo intervenção em relação ao grupo controle.

GOALS	Intervenção n=20	Controle n=20	p
Total	23 (17-25)	8 (5-15)	<0,001
Percepção de profundidade	5 (3-5)	1 (1-3)	<0,001
Destreza bimanual	5 (3-5)	1 (1-3)	<0,001
Eficiência	5 (3-5)	2 (1-3)	<0,001
Manuseio dos tecidos	5 (3-5)	3 (1-3)	<0,001
Autonomia	5 (3-5)	1 (1-3)	<0,001

Dados descritos pela mediana (mínimo- máximo) e comparados pelo teste de Wilcoxon

FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 2 – *BOXPLOT* DO GOALS TOTAL ENTRE O GRUPO INTERVENÇÃO E CONTROLE. DAS VARIÁVEIS VISUAIS OBJETIVAS



FONTE: O autor (2025).

A experiência dos alunos foi avaliada através de questões pontuadas em uma escala Likert de 1 a 5 (Tabela 4).

Tabela 4- Experiência dos alunos	Intervenção n=20	Controle n=20
O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?	5 (4-5)	4 (3-5)
Você considera que o simulador de coluna estimule seu aprendizado na disciplina?	5 (4-5)	5 (4-5)
Você gostaria que o treinamento em simulador fizesse parte do seu programa de graduação?	5 (4-5)	5 (4-5)
O treinamento no simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?	2 (1-4)	2 (1-5)
Você considera que o vídeo instrutivo foi suficiente para a execução do exercício na cirurgia real?	3 (1-5)	2,5 (1-5)

FONTE: O autor (2025).

Não houve diferenças estatisticamente significativas na performance de alunos com mão dominante direita ou esquerda no grupo controle nem no grupo intervenção.

Dentro do grupo intervenção, quando comparada a performance entre o grupo de estudantes cuja área de especialização foi sinalizada como cirurgia com os estudantes cuja área foi outra (clínica, pediatria ou desconhecida), não houve diferenças estatisticamente significativas. Já dentro do grupo controle, o tempo externo foi maior para aqueles estudantes cuja área era cirurgia ($p=0,031$). Na Tabela 5 são apresentados estes resultados.

Tabela 5- Avaliação do desempenho dos alunos submetidos ao grupo intervenção e relação ao grupo controle com área de atuação em cirurgia ou outras áreas.

	Intervenção n=20			Controle n=20		
Performance	Cirurgia n=9	Outras áreas n=11	P	Cirurgia n=11	Outras áreas n=9	p
Tempo externo, s	59 (54-114)	62 (41-91)	0,766	127 (79-242)	98 (78-143)	0,031
<i>Lookdowns</i>	0 (0-1)	0 (0-2)	0,999	5 (2-16)	4 (2-14)	0,552
<i>Lookdowns</i> por minuto	0 (0-1)	0 (0-1)	1,000	1,6 (1,0-4,0)	2,0 (1,0-7,0)	0,999
Intervenções	1 (0-2)	1 (0-2)	0,882	5 (1-10)	3 (1-8)	0,067
Intervenções por minuto	0,5 (0-1)	0,5 (0-1)	0,882	2,3 (0,5-4,0)	1,5 (0,5-2,7)	0,112
Perda de instrumento	0 (0-2)	0 (0-2)	0,412	3 (2-10)	3 (2-5)	0,503
Perdas por minuto	0 (0-1)	0 (0-2)	0,456	1,3 (1,0-2,5)	1,3 (1,0-2,5)	1,000
Tempo das perdas, s	0 (0-6)	0 (0-4)	0,412	10 (6-55)	8 (6-16)	0,331
% do tempo em perda	0 (0-5)	0 (0-7)	0,456	8 (4-23)	8 (5-13)	0,941

Variáveis descritas pela mediana (mínimo-máximo) e comparadas pelo teste de Mann Whitney.

FONTE: O autor (2025).

4 DISCUSSÃO

A evolução das técnicas cirúrgicas minimamente invasivas, especialmente a endoscopia da coluna lombar, tem avançado significativamente na última década, promovendo menor morbidade e acelerando a recuperação do paciente (RUETTEN et al., 2008; KULCHESKI et al., 2019; SEBBEN et al., 2021; BONAFIM et al., 2023). Contudo, a adoção dessa técnica enfrenta desafios significativos, sendo a curva de aprendizado longa um dos principais obstáculos (ROSS et al., 2024). Para mitigar essa dificuldade, métodos de ensino baseados em simulação têm sido amplamente estudados como ferramenta de apoio ao ensino cirúrgico (SATAVA, 2007; LOHRE et al., 2020). No entanto, os estudos encontrados na literatura priorizam formas tradicionais de validação, como face, conteúdo e constructo, as quais, embora relevantes, não respondem à questão fundamental: se as habilidades adquiridas no ambiente simulado são efetivamente transferidas para o cenário clínico real (SATAVA, 2007; MCDOUGALL, 2007; DAU et al., 2021).

A validação por transferência, que se propõe a mensurar esse impacto direto na prática cirúrgica, permanece rara na literatura, especialmente no contexto da endoscopia da coluna vertebral (SATAVA, 2007; MCDOUGALL, 2007; LOHRE et al., 2020; LIU et al., 2021). Essa escassez se explica, em parte, pela complexidade envolvida em sua execução: altos custos, logística hospitalar, necessidade de padronização metodológica e a dificuldade em isolar variáveis que interferem no desempenho real. Diante disso, o presente estudo se diferencia ao ser o primeiro a realizar uma validação por transferência utilizando um modelo sintético de baixo custo voltado especificamente para a endoscopia da coluna lombar. Essa proposta preenche uma lacuna metodológica e responde a uma demanda prática da formação cirúrgica, oferecendo um caminho viável para ampliar o acesso ao treinamento técnico.

A relevância desse tipo de abordagem é evidenciada quando se considera o contexto da prática cirúrgica na América Latina. Estudo recente revelou que 59% dos cirurgiões da região nunca haviam realizado um procedimento endoscópico completo, citando a falta de treinamentos estruturados para capacitação como principal barreira (ROSS et al., 2024). Há evidências de que o uso de simuladores e *workshops* supervisionados podem reduzir a curva de aprendizado da endoscopia de cerca de 70 para aproximadamente 26 cirurgias (RANSOM et al., 2020; ROSS et al., 2024). No

entanto, o acesso a esses recursos ainda é restrito a grandes centros e exige investimentos e logística mais robustos, o que torna os modelos de baixo custo, como o desenvolvido nesta tese, alternativas estratégicas para democratizar o ensino cirúrgico. Sua portabilidade, viabilidade econômica e possibilidade de uso fora do ambiente hospitalar favorecem a repetição deliberada de tarefas e a retenção de habilidades técnicas fundamentais. Foi com esse propósito que se desenvolveu um simulador sintético, portátil e acessível, voltado à prática da endoscopia lombar. O treinamento no dispositivo resultou em melhora de 80% da performance cirúrgica global, com redução no tempo operatório, maior precisão técnica e menor necessidade de intervenção do supervisor. Os treinandos que utilizaram o dispositivo apresentaram melhor fluidez na execução dos procedimentos, maior precisão e autonomia. Embora o estudo não tenha avaliado a progressão ao longo de múltiplos atos cirúrgicos, os achados indicam que o treinamento com simuladores pode antecipar o desenvolvimento técnico e tornar a transição para a endoscopia mais eficiente.

A análise do desempenho cirúrgico real dos participantes revelou achados robustos em favor da efetividade do treinamento prévio em simulador. A redução significativa do tempo total de execução do procedimento entre os alunos do grupo intervenção configura um dos principais indicadores de impacto da simulação na aquisição de habilidades operatórias. O tempo foi tratado como métrica objetiva e comparável entre indivíduos, além de amplamente reconhecido na literatura como um marcador de eficiência cirúrgica (ALVAND et al., 2012; MILCENT et al., 2020; DAU et al., 2021; KULCHESKI et al., 2021). No presente estudo, o tempo externo, que foi o tempo necessário para a realização da tarefa endoscópica no ambiente cirúrgico real, apresentou uma redução média de 43,7% entre os alunos previamente expostos ao simulador, quando comparados ao grupo controle ($p < 0,001$). Estudos anteriores indicam que o treinamento com simuladores pode reduzir o tempo cirúrgico em até 30% (COELHO; VIEIRA, 2018). A maior redução observada em nosso estudo pode estar relacionada ao fato de os participantes não possuírem experiência prévia com endoscopia da coluna, ampliando a margem de aprendizado decorrente do treinamento simulado.

Essa economia de tempo, além de refletir um ganho de proficiência técnica, pode repercutir positivamente em aspectos clínicos e institucionais, como a diminuição

da exposição do paciente ao ato operatório, a menor necessidade de supervisão contínua, a otimização da agenda cirúrgica e o potencial para reduzir complicações perioperatórias. Além disso, o uso do tempo como métrica de comparação foi valorizado neste estudo, com registro das medidas tanto em valores absolutos quanto normalizados, de forma a permitir comparações futuras entre tarefas de complexidade distinta. Esses dados corroboram a tese de que a simulação, quando utilizada com protocolos objetivos e métricas bem definidas, pode antecipar etapas da curva de aprendizado e melhorar o desempenho técnico, mesmo em tarefas complexas como as envolvidas na endoscopia da coluna.

O presente estudo também demonstrou melhorias significativas em parâmetros objetivos relacionados à execução técnica e à autonomia dos participantes. Entre esses, destaca-se a diminuição no número de olhares para baixo (*lookdowns*), com redução de 85,3% no grupo intervenção em relação ao grupo controle ($p < 0,001$). Essa métrica é reconhecida como um indicativo da coordenação olho-mão e da adaptação à visualização indireta em tela bidimensional, características fundamentais para o domínio de técnicas endoscópicas. No estudo de Chen et al., realizado com 237 residentes, foi observada uma redução de aproximadamente 40% nos desvios do olhar após sessões curtas de simulação laparoscópica (CHEN et al., 2013). Já Dau et al., em análise semelhante, identificou melhora de até 60% nesse parâmetro com o uso de simuladores de baixa fidelidade (DAU et al., 2021). Comparado a esses achados, o presente estudo apresentou um impacto ainda mais marcante, possivelmente devido ao uso do simulador como ferramenta *warm-up* antes da cirurgia real e ao fato de os participantes não terem experiência cirúrgica evidente, o que amplia a margem de melhora a partir de uma base inexperiente. Apesar das diferenças metodológicas entre os estudos, os achados convergem quanto ao papel da simulação no aprimoramento da orientação espacial e da estabilidade visual, competências essenciais para procedimentos minimamente invasivos. A expressiva redução dos *lookdowns* sugere que o treinamento prévio favoreceu a adaptação visual dos participantes, contribuindo para uma execução mais estável e contínua. Ainda que não se possa mensurar diretamente o impacto motor da simulação, os dados indicam que a prática simulada pode antecipar comportamentos operatórios desejáveis e facilitar a transição para o ambiente cirúrgico real.

Neste estudo, observou-se uma redução de 92,8% na perda de instrumentos, 93,3% no tempo total de recuperação e 75,9% nas intervenções do cirurgião supervisor, incluindo correções verbais, ajustes de posicionamento e assistência direta. Esses achados indicam um ganho expressivo em precisão motora, estabilidade técnica e fluidez na execução da tarefa, refletindo maior domínio dos instrumentais e segurança no manejo do campo cirúrgico. Estudos anteriores, como o de McDougall et al., observaram reduções em torno de 70% na perda de instrumentos após simulação em laparoscopia (MCDUGALL, 2007), enquanto Ghobrial et al. e Liu et al. relataram quedas de até 50% nas intervenções do instrutor com o uso de simuladores em artroscopia e endoscopia espinal (GHOBRIAL et al., 2015; LIU et al., 2021). Shahrezaei et al., em revisão recente, reforçou o papel da simulação na redução de erros técnicos e na melhora da fluidez operatória (SHAHREZAEI et al., 2024). Os resultados mais expressivos obtidos no presente estudo podem estar relacionados ao foco do treinamento em manobras específicas e à clareza dos objetivos operatórios propostos, que favoreceram a fixação de rotinas críticas com impacto direto na execução. A redução das intervenções e perdas instrumentais não apenas aponta para maior proficiência técnica, como também sugere que a familiaridade prévia com os gestos cirúrgicos pode ter contribuído para que os alunos se sentissem mais confiantes ao realizar a tarefa. Ainda que não tenham sido analisadas habilidades não técnicas, é plausível que esse preparo prévio tenha favorecido um ambiente de execução mais seguro e eficiente.

Os resultados encontrados referentes a maior precisão técnica e menor necessidade de intervenção do instrutor também foram observados por Milcent, que aplicou metodologia semelhante em uma tese voltada à artroscopia de joelho. Nesse estudo, o grupo submetido à simulação apresentou uma redução média de 40% no tempo de procedimento e da necessidade de intervenção do instrutor, corroborando a melhora na autonomia dos participantes (MILCENT, 2024). No entanto, ao comparar com os resultados do presente trabalho, que demonstrou reduções de 43,7% no tempo operatório e de 75,9% na necessidade de intervenção do cirurgião, observa-se um impacto ainda mais expressivo da simulação sobre o desempenho dos alunos treinados para a endoscopia da coluna. Embora ambos os estudos tenham adotado parâmetros objetivos e estrutura metodológica semelhante, as diferenças de magnitude podem estar associadas às particularidades técnicas de cada

procedimento. Na artroscopia do joelho, o procedimento é realizado em uma articulação naturalmente distendida, com espaço físico real e orientação visual frontal. Já a endoscopia da coluna é executada em um espaço virtual, onde não há cavidade anatômica pré-existente, exigindo controle motor refinado, navegação tridimensional por portal único e maior atenção à proximidade de estruturas neurais. Soma-se a isso o posicionamento técnico da endoscopia, com manipulação perpendicular às telas de visualização, o que demanda adaptação gestual e visual. Além disso, ao contrário do estudo de Milcent et al., no presente trabalho foi incluído um protocolo de aquecimento pré-operatório (*warm-up*) de 10 minutos com o próprio simulador antes do ato cirúrgico real, o que pode ter potencializado a ativação neuromotora e favorecido a recuperação das habilidades treinadas, contribuindo para os resultados superiores observados.

A comparação entre os modelos utilizados também oferece perspectivas relevantes. O protótipo de Milcent et al. foi confeccionado por manufatura aditiva com impressão 3D, ao custo aproximado de U\$65,00, conferindo-lhe alta fidelidade anatômica. Já o modelo desenvolvido neste estudo, com custo de U\$90,00, utilizou materiais convencionais e foco na funcionalidade e repetição dos gestos técnicos essenciais. Ambos os simuladores demonstraram efetividade, mas respondem a contextos distintos: enquanto o modelo em 3D oferece maior precisão morfológica, o protótipo aqui proposto se destaca pela acessibilidade, facilidade de reposição e versatilidade de uso, sobretudo em fases iniciais do treinamento. A manufatura aditiva representa uma via promissora para a simulação cirúrgica, permitindo a replicação precisa de estruturas anatômicas e potencial de personalização. Contudo, seu uso ainda é limitado pela necessidade de infraestrutura tecnológica especializada para produção em larga escala. Espera-se que futuramente a impressão 3D se torne cada vez mais comum na construção de simuladores, combinando fidelidade anatômica, realismo funcional e acessibilidade para múltiplas fases do ensino cirúrgico.

A avaliação da performance cirúrgica neste estudo foi complementada pelo protocolo GOALS (Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills), amplamente validado para mensuração objetiva de habilidades técnicas em procedimentos minimamente invasivos (VASSILIOU et al., 2005; KULCHESKI et al., 2021). O grupo submetido ao simulador obteve resultados significativamente superiores em todos os domínios, com pontuação total cerca de três vezes maior que a do grupo controle ($p < 0,001$), o que reforça a efetividade do treinamento na aquisição de competências

fundamentais. Em uma revisão sistemática conduzida por Morgan et al., que analisou 62 estudos sobre simulação em cirurgia ortopédica, houve melhora de 26% na performance técnica entre os participantes treinados com simuladores, com base em escalas como o Global Rating Scale (GRS) e *checklists* específicos (MORGAN et al., 2017). Diferente do presente estudo, que avaliou exclusivamente alunos sem experiência prévia, muitos dos estudos incluídos por Morgan et al. envolveram participantes com níveis variados de formação, o que pode ter atenuado o impacto global do treinamento simulado sobre a performance final. Além disso, o presente trabalho aplicou uma validação por transferência, com análise da performance em cirurgia real, algo raramente abordado nos estudos revisados por Morgan et al (MORGAN et al., 2017). A integração do protocolo GOALS com métricas objetivas como tempo, perdas instrumentais e necessidade de intervenção confere maior robustez à avaliação e reforça sua aplicabilidade mesmo fora do contexto laparoscópico original (ATESOK et al., 2019). Dessa forma, o GOALS se mostrou uma ferramenta útil, acessível e adaptável também para a avaliação da performance em endoscopia da coluna (KULCHESKI et al., 2021).

A análise da experiência subjetiva dos participantes, conduzida por meio de questionário estruturado com escala de Likert, complementou os achados objetivos e permitiu avaliar a percepção dos alunos quanto à aplicabilidade e eficácia do treinamento simulado. Os dados subjetivos demonstraram elevada aceitação do modelo proposto, em que 100% dos participantes manifestaram o desejo de que este tipo de treinamento fosse incorporado ao currículo da graduação médica. Esse achado aponta para uma demanda concreta por metodologias ativas e estruturadas no ensino de técnicas cirúrgicas minimamente invasivas, como a endoscopia da coluna lombar, especialmente em contextos nos quais a prática em pacientes é limitada por fatores éticos, logísticos e de segurança.

Dentre os itens avaliados, apenas a questão relacionada à motivação gerada pelo simulador apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,007$), com vantagem para o grupo intervenção. Esse dado sugere que a vivência prática com o simulador favoreceu o aprendizado técnico e despertou maior engajamento e interesse pela disciplina, elementos considerados fundamentais na consolidação das competências práticas. A literatura reconhece a motivação intrínseca como variável central para a adesão a métodos de ensino ativos,

especialmente em fases iniciais da formação médica (HARROP et al., 2013). Ao proporcionar uma experiência imersiva e interativa, o simulador favoreceu um ambiente propício à internalização de habilidades operatórias que dificilmente seriam assimiladas de forma satisfatória em contextos exclusivamente teóricos.

Embora não tenham sido encontradas diferenças estatísticas nas demais questões da escala, os dados indicam que os alunos compreenderam o simulador como uma ferramenta complementar valiosa, capaz de contribuir para o desenvolvimento técnico sem, no entanto, substituir completamente a experiência cirúrgica real. Essa percepção revela um entendimento maduro acerca das possibilidades e limitações da simulação, de que embora o modelo não proporcione o mesmo grau de realismo tátil e sensorial da cirurgia real, ele é capaz de oferecer um espaço seguro e ético para o desenvolvimento inicial das habilidades, possibilitando a repetição controlada de tarefas críticas e reduzindo a exposição direta a riscos durante a curva de aprendizado.

A avaliação do vídeo instrutivo, previamente fornecido a todos os participantes, indicou que o material foi útil para introdução teórica da técnica, mas não se mostrou suficiente para preparar os alunos para a execução prática da endoscopia da coluna. A ausência de diferença significativa entre os grupos quanto à percepção de sua utilidade reforça que a simulação ativa foi o principal fator responsável pela aquisição das habilidades cirúrgicas. Moura Júnior et al. demonstraram que a prática sequencial em laboratórios com simuladores resultou em melhora objetiva da performance técnica e maior segurança dos participantes (MOURA-JÚNIOR et al., 2017). De forma complementar, Atesok et al. destacaram a importância de protocolos combinados de avaliação, nos quais a simulação prática desempenha papel central na consolidação das habilidades cirúrgicas (ATESOK et al., 2019). Esses achados se alinham aos resultados do presente estudo, reforçando que, embora o conteúdo audiovisual possa introduzir conceitos, é o treinamento prático que promove o desenvolvimento técnico real, sobretudo em procedimentos de alta complexidade.

A utilização de simuladores na educação médica tem se consolidado como uma estratégia eficaz no treinamento de habilidades cirúrgicas, sobretudo em técnicas como a endoscopia da coluna lombar (MILCENT et al., 2020; DAU et al., 2021; KULCHESKI et al., 2021). Esses dispositivos são classificados de acordo com o grau

de fidelidade, que corresponde ao nível de realismo em relação à prática clínica (ATESOK et al., 2019; WALSH; JAYE, 2012). Simuladores de alta fidelidade permitem a simulação de procedimentos completos com respostas fisiológicas complexas, incluindo sangramento e extravasamento de líquido (KOH et al., 2024). Embora esses modelos apresentem alta capacidade para avaliação de proficiência técnica em cirurgiões experientes, seu custo elevado e a necessidade de infraestrutura tecnológica limitam sua implementação ampla, tornando seu uso restrito a centros especializados. Em contraponto, o simulador desenvolvido neste estudo se enquadra na categoria de baixa fidelidade. Apesar da simplicidade estrutural, oferece elementos fundamentais da prática endoscópica, como triangulação, coordenação visual-motora e manipulação instrumental, com realismo visual proporcionado por câmera endoscópica acoplada. Sua contribuição está na versatilidade, podendo ser utilizado desde a graduação até o início da residência médica, mesmo em ambientes sem supervisão contínua. Essa característica permite o uso repetido, livre de riscos ao paciente, promovendo a consolidação progressiva de habilidades técnicas essenciais.

Mais do que uma alternativa econômica, esse modelo representa uma ferramenta formativa de fácil acesso, cuja validação por transferência e aplicação de métricas objetivas sustentam sua utilidade pedagógica. Em comparação com outros modelos descritos na literatura, como o de Liu et al., o protótipo aqui apresentado oferece maior fidelidade anatômica e integração metodológica, incluindo instrução teórica, prática simulada e avaliação prática em ambiente cirúrgico real (LIU et al., 2021). Dessa forma, este estudo reforça que simuladores com diferentes níveis de fidelidade exercem papéis complementares na formação cirúrgica. Modelos sofisticados são apropriados para o refinamento técnico em fases avançadas da curva de aprendizado, enquanto dispositivos acessíveis como o aqui proposto ampliam as possibilidades de treinamento inicial.

A complementariedade entre os tipos de simuladores pode ser observada em modelos que utilizam diferentes tecnologias, como a realidade virtual. O estudo de Cunha et al. desenvolveu um simulador de baixo custo para treinamento de videocirurgia em três dimensões, com uso de óculos de realidade virtual. Teve como intuito aprimorar as habilidades vídeo-espaciais e o manuseio do instrumental, como a confecção de nós e suturas videolaparoscópicas. O modelo utilizou materiais acessíveis para a sua confecção e o exercício proposto se realizou em uma caixa

transparente (CUNHA et al., 2018). No presente estudo também foram utilizados materiais de fácil aquisição para o treinamento de habilidades iniciais de uma cirurgia de endoscopia da coluna, porém optou-se por um manequim de plástico opaco, ao invés de uma caixa transparente, a fim de que o participante tivesse acesso ao que se passa no interior do modelo apenas através da visualização pela câmera endoscópica. Essa escolha promoveu uma experiência visual mais fiel à prática clínica e exigiu maior integração olho-mão dos participantes. Enquanto a realidade virtual proporciona simulação em cenários dinâmicos, o dispositivo sintético oferece uma sensação tátil realista e desenvolvimento da memória háptica, que pode atuar na precisão cirúrgica. O simulador sintético desenvolvido apresentou maior realismo em comparação aos modelos virtuais. Por outro lado, o uso de protótipos de realidade virtual não necessita confecção ou reposição das peças anatômicas utilizadas nos modelos sintéticos. O simulador desenvolvido apresentou dificuldade em replicar estruturas anatômicas de partes moles, mas soluções como o preenchimento do manequim com espuma e uso de EVA para simular o ligamento amarelo demonstraram viabilidade para realizar o treinamento simulado (KULCHESKI et al., 2021). O uso do endoscópio similar ao utilizado em uma cirurgia real, facilitou a transferência de habilidades para o ambiente cirúrgico. O uso de caixas de treinamento simulado em detrimento de modelos virtuais possibilita o *feedback* tátil dos instrumentos e tecidos manipulados, aspecto que não pode ser totalmente explorado nos modelos de realidade virtual.

Estudos recentes têm reforçado o impacto positivo das tecnologias de simulação na educação cirúrgica. Uma revisão conduzida por Shahrezaei et al. destacou o potencial de diferentes modalidades, como realidade virtual, aumentada e simuladores físicos, para criar ambientes seguros e interativos que favorecem o desenvolvimento técnico de cirurgias em formação (SHAHREZAEI et al., 2024). O presente estudo, ao utilizar um simulador físico de baixo custo, reforça que mesmo modelos com pouca tecnologia podem promover ganhos relevantes na capacitação prática. A aceitação do modelo por 100% dos participantes reforça essa percepção. Na experiência dos autores, ambientes que permitam o uso de simuladores tornam o aprendizado não apenas mais eficaz, mas também mais motivador. Para o aluno de graduação, o contato direto com habilidades que futuramente serão aplicadas na prática clínica desperta interesse real pelo conteúdo. Para o residente ou médico em

fase inicial de treinamento, a simulação representa uma oportunidade concreta de aplicar o conhecimento teórico de forma ativa e segura. Dada sua portabilidade, baixo custo e facilidade de reposição, o simulador desenvolvido pode ser facilmente incorporado à rotina educacional.

No Brasil, ainda não há, nas residências médicas, um modelo padronizado que exija o treinamento prévio em simuladores antes da prática em pacientes. Diversos desafios dificultam essa implementação, entre eles a necessidade de validar os modelos, padronizar as formas de avaliação e garantir a viabilidade econômica do processo (CUNHA et al., 2018; MILCENT et al., 2020; DAU et al., 2021; KULCHESKI et al., 2021). Embora o uso de simuladores venha crescendo, ainda se questiona se as habilidades adquiridas em ambiente simulado são integralmente transferidas para o ato cirúrgico real (LOHRE et al., 2020). No entanto, experiências internacionais têm adotado diretrizes mais consistentes. Nos Estados Unidos, desde 2013, programas de residência médica em ortopedia passaram a exigir treinamento em laboratórios de habilidades durante o primeiro ano de residência (ATESOK et al., 2017). Na França, desde 2017, tornou-se mandatório o treinamento simulado antes de qualquer procedimento em pacientes (SEIL et al., 2022). Esses modelos sinalizam uma mudança de paradigma, em que a simulação deixa de ser uma ferramenta complementar e passa a integrar os currículos de formação médica. Diante disso, os autores desta tese compartilham da opinião de que, frente à praticidade e eficácia demonstradas, o uso de simuladores acessíveis poderia ser incorporado à rotina educacional dos cursos de medicina e programas de residência no Brasil, especialmente para introduzir técnicas minimamente invasivas ainda pouco exploradas na formação convencional.

Além de integrar-se progressivamente à formação médica e ser adotada como etapa essencial no currículo de residência em diversos países, a simulação pode também ser incorporada como estratégia pontual no preparo técnico imediato, por meio do conceito de *warm-up*, ou aquecimento pré-operatório. Essa abordagem, amplamente consolidada em outras áreas de alta performance, como o esporte e a música, começa a ser explorada na prática cirúrgica com resultados encorajadores. Estudos como o de Chen et al., com 237 residentes, demonstraram que períodos breves de aquecimento, em torno de 15 minutos, em simuladores laparoscópicos foram capazes de melhorar significativamente o desempenho em tarefas operatórias,

independentemente da complexidade envolvida (CHEN et al., 2013). Abordagens alternativas também têm mostrado potencial, como no estudo de Plerhoples et al., em que observaram que a utilização de jogos simples em dispositivos móveis, por apenas 10 minutos, resultou em redução de erros em tarefas laparoscópicas simuladas, sugerindo que o aquecimento não precisa necessariamente replicar integralmente a técnica para ser eficaz (PLERHOPLES et al., 2011). No presente estudo, o grupo intervenção realizou uma sessão breve de 10 minutos no simulador desenvolvido antes da cirurgia real, como etapa final do protocolo estruturado de treinamento, e apresentou melhora substancial em todos os parâmetros objetivos avaliados. Reduções expressivas no tempo total de execução (-43,7%), na perda de instrumentos (-92,8%) e na necessidade de intervenções do supervisor (-75,9%) reforçam a hipótese de que o aquecimento prévio contribuiu para potencializar o desempenho cirúrgico dos participantes. Ainda que o treinamento completo no simulador tenha sido o principal fator responsável pela aquisição das habilidades, é plausível considerar que o *warm-up* tenha atuado como facilitador do acesso a essas competências já treinadas, ampliando o foco, a precisão e a fluência técnica durante a execução real da tarefa.

Nesse contexto, o *warm-up* pode representar um fator de confusão na análise isolada da efetividade do treinamento simulado, uma vez que seu impacto imediato pode intensificar os resultados alcançados. Ainda assim, a incorporação desse breve aquecimento ao protocolo educativo mostrou-se prática, segura e reprodutível, especialmente em um cenário de formação de cirurgiões em fase inicial. Embora não tenha sido o objetivo primário deste estudo, os dados observados posicionam o *warm-up* como componente adicional promissor nas estratégias educacionais em cirurgia minimamente invasiva, merecendo maior atenção em investigações futuras.

Complementando essa abordagem metodológica, a inclusão de participantes inexperientes teve como propósito eliminar o viés relacionado a habilidades previamente adquiridas. Ao selecionar uma amostra homogênea de alunos sem contato prévio com a técnica endoscópica, tornou-se possível isolar e mensurar com maior precisão o impacto do treinamento simulado sobre a performance operatória real. Tal estratégia difere da utilizada em estudos de validação por *constructo*, como o de Liu et al., que comparam indivíduos com diferentes níveis de experiência (LIU et

al., 2021). No presente estudo, essa escolha fortaleceu a validade da transferência observada, conferindo maior robustez aos desfechos mensurados.

Ainda nesse sentido, a adoção do cegamento do avaliador independente, responsável pela análise dos vídeos dos procedimentos, foi uma medida adicional para assegurar a imparcialidade da avaliação. Essa estratégia mostrou-se relevante diante das diferenças significativas entre os grupos, contribuindo para mitigar o risco de viés de detecção e reforçar a validade dos desfechos objetivos. Embora o cegamento completo não fosse viável, dado o envolvimento dos supervisores no centro cirúrgico, a utilização de registros em vídeo permitiu isolar a análise das imagens da dinâmica presencial, alinhando-se às boas práticas metodológicas descritas na literatura (MALAVOLTA et al., 2011). Essa precaução sustenta a coerência entre os dados objetivos e subjetivos obtidos ao longo do estudo.

Apesar dos achados significativos deste estudo e da validação por transferência de habilidades adquiridas para um cenário real, algumas limitações devem ser consideradas. Este simulador não foi desenvolvido para reproduzir a etapa do acesso cirúrgico endoscópico. Este é um passo fundamental da técnica, porém é guiado por radioscopia no ambiente real, o que inviabilizou sua utilização neste estudo. É possível encontrar na literatura pesquisas com simuladores de alta fidelidade que utilizaram a neuronavegação para realizar esta etapa da cirurgia, superando a necessidade da radioscopia durante o treinamento e possibilitando a menor exposição à radiação na cirurgia real (HARROP et al., 2013; MA et al., 2017). A amostra foi composta exclusivamente por estudantes de medicina de uma única instituição, o que pode restringir a generalização dos resultados para diferentes populações, incluindo cirurgiões em formação e especialistas com experiência prévia em técnica minimamente invasiva. Além disso, embora o estudo tenha demonstrado que as habilidades treinadas no simulador foram transferidas para o ambiente cirúrgico real, não foi realizado um acompanhamento de longo prazo para avaliar a retenção dessas habilidades ao longo do tempo. A avaliação do desempenho foi baseada em métricas objetivas e no protocolo GOALS, mas ainda há um componente subjetivo inerente à análise de habilidades cirúrgicas, o que pode introduzir viés nos resultados. Para realização da atividade foi utilizada uma tesoura e um *probe* endoscópicos de cirurgias reais, que não foram desenvolvidos especificamente para o estudo. Não foi encontrado instrumental semelhante produzido com material de

baixo custo e acessível que fosse capaz de substituir o original. O valor destes instrumentais novos no mercado formal custa aproximadamente R\$ 3.500 (U\$ 700,00), o que encarece e pode limitar sua reprodutibilidade. Por fim, apesar de ter sido projetado para ser de baixo custo e altamente reprodutível, sua implementação em diferentes contextos pode ser limitada por variações na disponibilidade de materiais e infraestrutura.

Futuras pesquisas devem expandir a diversidade da amostra, realizar análises comparativas com outros modelos de simulação e investigar a retenção das habilidades adquiridas ao longo do tempo para consolidar a aplicabilidade do simulador na formação cirúrgica.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

1. O simulador sintético de endoscopia da coluna demonstrou validade por transferência, com redução de 93% na perda de instrumentais, 76% nas intervenções do supervisor, 43,7% no tempo operatório e desempenho triplicado no protocolo GOALS.
2. O simulador foi aceito por 100% dos participantes e o impacto positivo no aprendizado reforça sua aplicabilidade na educação cirúrgica.

REFERÊNCIAS

- ABRAMSON, J. H. WINPEPI updated: computer programs for epidemiologists, and their teaching potential. **Epidemiol Perspect Innov.** 2011 Feb 2;8(1):1. doi: 10.1186/1742-5573-8-1. PMID: 21288353; PMCID: PMC3041648.
- ALSIDEIRI, G. Validating a spinal simulation model using NeuroVR. **A thesis submitted to requirements of the degree of Master of Science in the Experimental Surgery.** Quebec: McGill University, August 2017.
- ALVAND, A; KHAN, T; AL-ALI, S; JACKSON, W. F; PRICE, A. J; REES, J. L. Simple visual parameters for objective assessment of arthroscopic skill. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, Boston, v. 94A, n. 13, p. e97 1, 2012.
- ATESOK, K; MACDONALD, P; LEITER, J; DUBBERLEY, J; SATAVA, R; VANHEEST, A; HURWITZ, S; MARSH, J. L. Orthopaedic education in the era of surgical simulation: Still at the crawling stage. **World J Orthop.** 2017 Apr 18;8(4):290-294. doi: 10.5312/wjo.v8.i4.290. PMID: 28473955; PMCID: PMC5396012.
- ATESOK, K; HURWITZ, S; ANDERSON, D. D; SATAVA, R; THOMAS, G. W; TUFESCU, T; HEFFERNAN, M. J; PAPAVALASSILIOU, E; THEISS, S; MARSH, J. L. Advancing simulation-based orthopaedic surgical skills training: an analysis of the challenges to implementation. **Advances in Orthopedics** 2019; 2019:2586034. doi: 10.1155/2019/2586034.
- BOHM, P.E.; ARNOLD, P.M. Simulation and resident education in spinal neurosurgery. **Surgical Neurology International**, New York, v. 6, p. 33, 2015. doi: 10.4103/2152-7806.152146.
- BONAFIM, R. M. S; KULCHESKI, A. L; SEBBEN, A. L; SANTORO, P. G. D; BENATO, M. L; GRAELLS, X. S. Interlaminar endoscopic lumbar discectomy - clinical outcome. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 22, n. 1: e260636, 2023. *tab, graf, il. color.* 2023.
- BUTLER, A; OLSON, T; KOEHLER, R, NICANDRI, G. Do the skills acquired by novice surgeons using anatomic dry models transfer effectively to the task of diagnostic knee arthroscopy performed on cadaveric specimens? **The Journal of Bone and Joint Surgery**, Boston, v. 95-A, n. 3, p. 1-8, 2013.
- CANNON, W. D ; NICANDRI, G. T; REINIG, K; MEVIS, H; WITTSTEIN, J. Evaluation of skill level between trainees and community orthopaedic surgeons using a virtual reality arthroscopic knee simulator. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, Boston, v. 96A, n. 7, p. e57, 2014.
- CHEN, C. C ; GRENN, I. C; COLBERT-GETZ, J. M; STEELE, K; CHOU, B; LAWSON, S. M; ANDERSEN, D. K; SATIN, A. J. Warm-up on a simulator improves residents' performance in laparoscopic surgery: a randomized trial. **Int Urogynecol J.** 2013 Oct;24(10):1615-22. doi: 10.1007/s00192-013-2066-2. Epub 2013 Apr 11. PMID: 23575698

COELHO, G.; VIEIRA, T. History of surgical simulation and its application in Neurosurgery. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. ID29688, 2018.

CUELLAR, G. O. A; RUGELES, J. G. Endoscopic interlaminar discectomy. Use of swine cadavers as a training model. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 116-120, Apr. 2017.

CUNHA, C. M. Q.; LIMA, D. M. F.; MENEZES, F. J. C. Low-cost simulator assembly for 3-dimensional videosurgery training. **ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. e1384, 2018.

DALMORO, M; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v.6, ed. especial, 2013.

DAU, L; ALMEIDA, P. A; MILCENT, P. A. A; ROSA, F. M; KULCHESKI, A. L; FILHO, E. S. Artroscopia do ombro – Criação de um modelo de treinamento acessível. **Rev. Bras. Ortop.** 2021. DOI [https://doi.org/ 10.1055/s-0040-1722577](https://doi.org/10.1055/s-0040-1722577)

DAWE, S. R; PENA, G.N; WINDSOR, J. A; BROEDERS, J. A; CREGAN, P. C; HEWETT, P. J; MADDERN, G. J. Systematic Review Of Skills Transfer After Surgical Simulation-Based Training. **British Journal of Surgery**, p. 1063–1076, 2014.

FRANK, R. M; ERICKSON, B; FRANK, J. M; BUSH-JOSEPH, C. A; BACH, B. R. Jr; COLE, B. J; ROMEO, A. A; PROVENCHER, M. T; VERMA, N. N. Utility of modern arthroscopic simulator training models. **Arthroscopy**, Philadelphia, v. 30, n. 1, p. 121–133, Jan. 2014.

FRIED, G. M; FELDMAN, L. S; VASSILIOU, M. C; FRASER, S. A; STANBRIDGE, D; GHITULESCU, G; ANDREW, C. G. Proving the value of simulation in laparoscopicsurgery. **Annals of Surgery**, Philadelphia, v. 240, p. 518–528, 2004. doi: 10.1097/01.sla.0000136941.46529.56. PMID: 15319723; PMCID: PMC1356442.

GATELLI, C; GRAELLS, X. S; KULCHESKI, A. L; BENATO, M. L; SANTORO, P. G. Degree of satisfaction with the endoscopic treatment of lumbar disc herniation. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 43-46, 2019.

GHOBRAL, G. M; HAMADE, Y. J; BENDOK, B. R; HARROP, J. S. Technology and simulation to improve patient safety. **Neurosurg Clin N Am**. 2015 Apr;26(2):239-43, ix. doi: 10.1016/j.nec.2014.11.002. Epub 2014 Nov 6. PMID: 25771279.

GOALD, H. J. Microlumbar discectomy: followup of 147 patients. **Spine**, Philadelphia, v. 3, n. 2, p. 183-185, 1978.

GODDARD, A. F. The European Working Time Directive and the impact on training: the current evidence. **Clin Med (Lond)**. 2010 Aug;10(4):317-8. doi: 10.7861/clinmedicine.10-4-317. PMID: 20848999; PMCID: PMC4952154.

HARROP, J; REZAI, A. R; HOH, D. J; GHOBRIAL, G. M; SHARAN, A. Neurosurgical training with a novel cervical spine simulator: posterior foraminotomy and laminectomy. **Neurosurgery**, Baltimore, v. 73, n. 4, p. S94–S99, 2013.

HIJIKATA, S. Percutaneous discectomy: a new treatment method for lumbar disc herniation. **Journal Toden Hospital**, v. 5, p. 5-13, 1975.

HODGINS, J. L.; VEILLETTE, C. Arthroscopic proficiency: methods in evaluating competency. **BMC Medical Education**, London, v. 13, p. 61, Aug. 2016. doi: 10.1186/1472-6920-13-61.

HOWELLS, N. R; GILL, H. S; CARR, A. J; PRICE, A. J; RESS, J. L. Transferring Simulated Arthroscopic Skills To The Operating Theatre A Randomised Blinded Study. **The Journal of Bone and Joint Surgery (British volume)**, v. 90, p. 494–9, 2008.

KAFADAR, A; KAHRAMAN, S; AKBÖRÜ, M. Percutaneous endoscopic transforaminal lumbar discectomy: a critical appraisal. **Minimally Invasive Neurosurgery**, Stuttgart, v. 49, n. 2, p. 74-79, 2006.

KAMBIN, P. BRAGER, M. D. Percutaneous posterolateral disc ectomy. Anatomy and mechanism. **Clin Orthop Relat Res** (223):145–154, 1987

KIRKMAN, M. A; AHMED, M; ALBERT, A. F; WILSON, M. H; NANDI, D; SEVDALIS, N. The use of simulation in neurosurgical education and training. A systematic review. **Journal of Neurosurgery**, Charloteville, v.121, p. 228–246, 2014. doi: 10.3171/2014.5.JNS131766. Epub 2014 Jun 20. PMID: 24949680.

KNEEBONE, R.; PSIMON, D. Surgical skills training: simulation and multimedia combined. **Medical Education**, Oxford, v. 35, p. 909–915, 2001.

KOH, C. H; KHAWARI, S; BOOKER, J; CHOI, D; KHAN, D. Z; LAYARD HORSFALL, H; SAYAL, P; MARCUS, H. J; PREZERAKOS, G. Validation of a surgical simulator and establishment of quantitative performance thresholds-RealSpine simulation system for open lumbar decompressions. **Spine J.** 2024 Dec;24(12):2334-2342. doi: 10.1016/j.spinee.2024.08.017. Epub 2024 Aug 20. PMID: 39173915.

KULCHESKI, A. L; BONDAN, E. T; GRAELLS, X. S. I; SANTORO, P. G; MORAES, G. S; BENATO, M. L. Evaluation of lumbar endoscopic discectomy in obese patients. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 158-162, June 2019.

KULCHESKI, A. L ; STIEVEN-FILHO, E; NUNES, C. P; MILCENT, P. A. A; DAU, L; GRAELLS, X. S. I. Validation of an endoscopic flavectomy training model. **Rev Col Bras Cir** [Internet]. 2021;48:e202027910. Available from: <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20202901>

LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, New York, v. 22, n. 140, p. 44-53, 1932.

LIU, J. K; PAGE, P. S; BROOKS, N. P. Development and Validation of a Low-Cost Endoscopic Spine Surgery Simulator. **Cureus**. 2021 Jul 21;13(7):e16541. doi: 10.7759/cureus.16541. PMID: 34430149; PMCID: PMC8378320.

LOHRE. R; WANG, J. C; LEWANDROWSKI, K. U; GOEL, D. P. Virtual reality in spinal endoscopy: a paradigm shift in education to support spine surgeons. **Journal of Spine Surgery**, Hong Kong, v. 6, Suppl 1, p. S208-S223, 2020.

MA, L; ZHAO, Z; CHEN, F; ZHANG, B; FU, L; LIAO, H. Augmented reality surgical navigation with ultrasound-assisted registration for pedicle screw placement: a pilot study. **International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery**, Heidelberg, v. 12, n. 12, p. 2205-2215, 2017.

MALAVOLTA, E. A; DEMANGE, M. K; GOBBI, R. G; IMAMURA, M; FREGNI, F. (2011). Ensaios clínicos controlados e randomizados na ortopedia: dificuldades e limitações. **Revista Brasileira De Ortopedia**, 46(4), 452–459. <https://doi.org/10.1590/S0102-36162011000400018>, 2011.

MARTIN, J. A; REGEHR, G; REZNICK, R; MACRAE, H; MURNAGHAN, J; HUTCHISON, C; BROWN, M. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. **British Journal of Surgery**, Bristol, v. 84, n. 2, p. 273-278, 1997.

MATTEI, T. A ; FRANK, C; BAILEY, J; LESLE, E; MACUK, A; LESNIAK, M; PATEL, A; MORRIS, M. J; NAIR, K; LIN, J. J. Design of a synthetic simulator for pediatric lumbar spine pathologies. **Journal of Neurosurgery Pediatrics**, Charloteville, v.12, p. 192–201, 2013.

MCDUGALL, E. M. Validation of surgical simulators. **Journal of Endourology**, New York, v. 21, n. 3, p. 244-247, 2007.

MILCENT, P. A. A ; KULCHESKI, A. L; ROSA, F. M; DAU, L; STIEVEN FILHO, E. Construct Validity and Experience of Using a Low-cost Arthroscopic Knee Surgery Simulator. **J Surg Educ.** 2021 Jan-Feb;78(1):292-301. doi: 10.1016/j.jsurg.2020.06.007. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32591322.

MILCENT P.A.A. Transferência de habilidades em videoartroscopia utilizando um simulador reprodutível. 2024. **Tese (Doutorado)** – Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil - 2024.

MIXTER, W. J.; BARR, J. S. Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 211, p. 205-210, 1934.

MOONESINGHE, S. R ; LOWERY, J; SHAHI, N; MILLEN, A; BEARD, J. D. Impact of reduction in working hours for doctors in training on postgraduate medical education and patients' outcomes: systematic review. **BMJ**, London, v. 342, p. d1580, 2011. DOI: 10.1136/bmj.d1580.

MORGAN, M; AYDIN, A; SALIH, A; ROBATI, S; AHMED, K. Current status of simulation-based training tools in orthopedic surgery: A Systematic review. **Journal of Surgical Education**, New York, v. 74, n. 4, p. 698-716, 2017.

MOURA-JUNIOR, L. G ; RAMOS, A; CAMPOS, J. M; FERRAZ, Á. A; ROCHA, H. Â. L; COSTA, G. O. Modelo de avaliação de progressão de competência e habilidades em endossuturas por meio de treinamento em laboratório de habilidades cirúrgicas. **ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, São Paulo, v.30, n. 4, p. 256-259, Dec. 2017.

NÁCUL M.P ; CAVAZZOLA, L.T ; MELO, M. C. Current status of residency training in laparoscopic surgery in Brazil: a critical review. **ABCD, Arq. Bras. Cir. Dig.** 2015; 28(1): 81-5. doi: 10.1590/S0102-67202015000100020

NUNES, C. P ; KULCHESKI, Á. L; ALMEIDA, P. A. D; STIEVEN FILHO, E; GRAELLS, X. S. I. Criação de um modelo de treinamento em flavectomia endoscópica de baixo custo. **Columna/Coluna**, São Paulo, v.19, n. 3, p.223-227, 2020.

PLERHOPLES, T. A; ZAK, Y; HERNANDEZ-BOUSSARD, T; LAU, J. Another use of the mobile device: warm-up for laparoscopic surgery. **J Surg Res.** 2011 Oct;170(2):185-8. doi: 10.1016/j.jss.2011.03.015. Epub 2011 Mar 31. PMID: 21529831.

RANSOM, N. A ; GOLLOGLY, S; LEWANDROWSKI, K. U; YEUNG, A. Navigating the learning curve of spinal endoscopy as an established traditionally trained spine surgeon. **J Spine Surg.** 2020 Jan;6(Suppl 1):S197-S207. doi: 10.21037/jss.2019.10.03. PMID: 32195428; PMCID: PMC7063306.

ROSS, J. A. G ; SAMPSON, N; MARTINS, D. E; ASTUR, N. Perception of the learning curve for endoscopic spine procedures, a survey os spinal surgeons in LATAM. **Coluna/Columna.** 2024. Vol. 23(3). DOI: 10.1590/s1808-185120242303281365

RUETTEN, S; MEYER, O; GODOLIAS, G. Epiduroscopic diagnosis and treatment of epidural adhesions in chronic back pain syndrome of patients with previous surgical treatment: first results of 31 interventions. **Zeitschrift für Orthopadie und ihre Grenzgebiete**, Stuttgart, v. 140, n. 2, p. 171-175, 2002.

RUETTEN, S; KOMP, M; MERK, H; GODOLIAS, G. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized,controlled study. **Spine**, Philadelphia, v.33, n.9, p.931–939, 2008.

SAKAKUSHEV, B. E; MARINOV, I. B; STEFANOVA, P. P; KOSTIANEV, S. S; GEORGIU, K. E. Striving for better medical education: the simulation approach. **Folia Medica**, Plovdiv, v. 59, n. 2, p. 123-131, 2017. doi: <https://doi.org/10.1515/folmed-2017-0039>.

SATAVA, R. M. The future of surgical simulation and surgical robotics. **Bulletin of the American College of Surgeons**, Chicago, v. 92, n. 3, p. 13-9, 2007.

SEBBEN, A. L ; GRAELLS, X. S. I; BENATO, M. L; SANTORO, P. G. D; KULCHESKI, Á. L. Lumbar endoscopic percutaneous discectomy – clinical outcome. Prospective study. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 177-179, Sept. 2017.

SEBBEN, A. L; KULCHESKI A. L; GRAELLS, X. S. I; BENATO, M. L; SANTORO, P. G. D. Comparison of two endoscopic spine surgical techniques. **Rev Assoc Med Bras** (1992). 2021 Feb;67(2):243-247. doi: 10.1590/1806-9282.67.02.20200643. PMID: 34406248.

SEIL, R ; HOELTGEN, C; THOMAZEAU, H; ANETZBERGER, H; BECKER, R. Surgical simulation training should become a mandatory part of orthopaedic education. **J Exp**

Orthop. 2022 Feb 28;9(1):22. doi: 10.1186/s40634-022-00455-1. PMID: 35229207; PMCID: PMC8884100.

SHAHREZAEI, A; SOHANI, M; TAHERKHANI, S; ZARGHAMI, S. Y. The impact of surgical simulation and training technologies on general surgery education. **BMC Med Educ.** 2024 Nov 13;24(1):1297. doi: 10.1186/s12909-024-06299-w. PMID: 39538209; PMCID: PMC11558898.

SPONHOLZ, T. C. H ; SARTORI, M. T; MARQUES, A. P. S; ALBUQUERQUE, G. S. C; SILVA, M. J. S; PERNA, P. O. (2016). Processo de Trabalho na residência médica: a subordinação do ensino-aprendizagem à exploração da força de trabalho dos residentes. **Trabalho, Educação E Saúde** (2016), 14, 67–87. <https://doi.org/10.1590/1981-7746-sol00025>

TELFERIAN, A. E ; VEERAVAGU, A; OYELESE, A. A; GOKASLAN, Z. L. A brief history of endoscopic spine surgery. **Neurosurg Focus.** 2016 Feb;40(2):E2. doi: 10.3171/2015.11.FOCUS15429. PMID: 26828883.

VAN NORTWICK, S. S; LENDVAY, T. S; JENSEN, A. R; WRIGHT, A. S; HORVATH, K. D; KIM, S. Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. **Surgery**, St. Louis, v. 147, n. 5, p. 622–630, 2010.

VASSILIOU, M. C; FELDMAN, L. S; ANDREW, C. G; BERGMAN, S; LEFFONDRÉ, K; STANBRIDGE, D; FRIED, G. M. A global assessment tool for evaluation of intra operative laparoscopic skills. **American Journal of Surgery**, New York, v. 190, p. 107-113, 2005.

WALSH, K.; JAYE, P. The relationship between fidelity and cost in simulation. **Medical Education**, Oxford, v. 46, n. 12, p. 1226, 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2923.2012.04352.x/full>

WANG, H; HUANG, B; LI, C; ZHANG, Z; WANG, J; ZHENG, W; ZHOU, Y. Learning curve for percutaneous endoscopic lumbar discectomy depending on the surgeon's training level of minimally invasive spine surgery. **Clinical Neurology and Neurosurgery**, Assen, v. 115, n. 10, p. 1987-1991, 2013. doi: 10.1016/j.clineuro.2013.06.008

WEBB. J; GOTTSCHALK, L; LEE, Y. P; GARFIN, S; KIM, C. Surgeon perceptions of minimally invasive spine surgery. **SAS Journal**, Wayne, v. 2, n. 3, p. 145, 2008.

XU, H ; LIU, X; LIU, G; ZHAO, J; FU, Q; XU, B. Learning curve of full-endoscopic technique through interlaminar approach for L5/S1 disk herniations. **Cell Biochemistry and Biophysics**, Totowa, v. 70, p. 1069-1074, 2014.

YEUNG, A. T.; YEUNG, C. A. Advances in endoscopic disc and spine surgery: The Foraminal Approach. **Surgical Technology International**, San Francisco, v.11, p. 253-261, 2003.

ANEXO

ANEXO 1 - TABELA DE DADOS DEMOGRÁFICOS

NOME: _____ DATA: ____ / ____ / ____

☐ Aluno de graduação

Sexo: ☐ M ☐ F

Idade: _____

Este questionário tem como objetivo a avaliação da demografia e da experiência do sujeito avaliado. Assinalar apenas uma resposta.

Critério		
Realizou procedimentos endoscópicos da Coluna?	Sim	Não
Realizou procedimentos de vídeocirurgias/ artroscopias?	Sim	Não
Participou de procedimentos cirúrgicos por vídeo como auxiliar ou expectador?	Sim	Não
Mão dominante	Direita	Esquerda

Em qual área da Medicina você pretende se especializar?

☐ Clínica Médica ☐ Clínica Cirúrgica ☐ Ginecologia e Obstetrícia ☐ Pediatria

☐ Outro: _____

Assinatura do(a) avaliador(a)

Assinatura do participante

ANEXO 2 - TABELA GOALS

NOME: _____

DATA: ____ / ____ / ____

☐ Aluno de graduação

Este questionário tem como objetivo a avaliação do seu desempenho na endoscopia diagnóstica real. A grade será preenchida conforme o desempenho em cada um dos critérios, usando a escala abaixo.

Critério	1	2	3	4	5	NA*
<u>Percepção de profundidade</u> 1: Constantemente erra o alvo, faz movimentos amplos, lento para corrigir 3: Erra algum alvo ou pouco erro, mas rápido para corrigir 5: Direciona com precisão os instrumentos no plano correto para o alvo						
<u>Destreza bimanual do endoscópio</u> 1: usa apenas uma mão, ignora a mão não dominante, falta de coordenação entre as mãos 3: usa ambas as mãos, mas não otimiza a interação entre as mãos 5: Usa habilmente as duas mãos de forma complementar para fornecer a exposição ideal						
<u>Eficiência</u> 1: Esforços incertos e ineficientes; muitos movimentos experimentais; constantemente mudando o foco ou persistindo sem progresso 3: Movimentos lentos, mas planejados, são razoavelmente organizados 5: Conduta segura e eficiente, mantém o foco na tarefa até que seja melhor realizada por meio de uma abordagem alternativa						
<u>Manuseio dos Tecidos</u> 1: Movimentos bruscos, rasga o tecido, fere estruturas adjacentes, controle insatisfatório da pinça, pinça freqüentemente escorrega 3: Manipula o tecido razoavelmente bem, menor trauma ao tecido adjacente (escorregamento da pinça ocasional)						

5: Manipula bem os tecidos, aplica tração apropriada, danos insignificantes nas estruturas adjacentes						
<u>Autonomia</u> 1: inapto para completar a tarefa inteira, mesmo com orientação verbal externa 3: apto para completar a tarefa com segurança com moderada orientação externa 5: apto para completar a tarefa sozinho sem orientação						

*NA = Não avaliado.

	5-25	NA*
Desempenho geral nesta avaliação: Nota Final		

Assinatura do(a) avaliador(a)

Assinatura do participante

ANEXO 3 - TABELA LIKERT (ALUNOS DA GRADUAÇÃO)

NOME: _____ DATA: ____ / ____ / ____

☐ Aluno de graduação

Este questionário tem como objetivo a avaliação das suas impressões sobre o modelo desenvolvido e sua aplicabilidade no ensino médico. A grade será preenchida conforme a sua opinião e experiência pessoal entre o “desaprovo fortemente” como sendo a pior nota conferida e o “aprovo fortemente” como sendo a nota máxima conferida.

Alunos da Graduação:

Perguntas	Desaprovo fortemente	Desaprovo	Indiferente	Aprovo	Aprovo fortemente
O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?					
Você considera que o simulador de coluna estimule seu aprendizado na disciplina?					
Você gostaria que o treinamento em simulador fizesse parte do seu programa de graduação?					
O treinamento no simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?					
Você considera que o vídeo instrutivo foi suficiente para a execução do exercício na cirurgia real?					

Assinatura do(a) avaliador(a)

Assinatura do participante

APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.) - ALUNOS

Nós, Álynson Larocca Kulcheski (doutorando em Medicina – Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná) e/ou Edmar Stieven Filho (Professor Adjunto de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal do Paraná), pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o senhor(a), aluno de Medicina, a participar de um estudo intitulado **VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR: TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL**. Este estudo tem importância pois busca disponibilizar um equipamento efetivo e de baixo custo para o treinamento cirúrgico de médicos e estudantes.

O objetivo desta pesquisa é validar um simulador desenvolvido para avaliação e treinamento de endoscopia da coluna lombar, comprovando sua capacidade de melhorar o desempenho de médicos em formação. Caso o senhor(a) participe da pesquisa, receberá orientações acerca do treinamento baseado em simulação por orientação direta e vídeo. Após a orientação, será sorteado para um de dois grupos: ou realizará atividades práticas de treinamento em um simulador de endoscopia, ou fará parte de um grupo de controle que não receberá tal treinamento. A seguir, irá participar de uma endoscopia real diagnóstica da coluna lombar. Os procedimentos que serão realizados serão gravados em vídeo, sem a sua identificação.

Para tanto, deverá comparecer no Laboratório de Habilidades do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná (R. Padre Camargo, 280 - Alto da Glória, Curitiba – PR), tanto para receber as orientações iniciais como para realizar o treinamento proposto, em no máximo duas sessões de aproximadamente 60 minutos. Os procedimentos cirúrgicos a serem acompanhados ocorrerão no Hospital do Trabalhador, de acordo com programação cirúrgico convencional. É possível que o senhor (a) experimente algum desconforto, especialmente relacionado ao fato de disponibilizar tempo para a realização das tarefas, e ao eventual constrangimento de ter sua imagem registrada durante a realização dos procedimentos.

Alguns riscos relacionados ao estudo incluem o próprio constrangimento durante a realização das atividades, eventual quebra de confidencialidade com relação aos dados e impossibilidade da utilização dos dados coletados por alguma questão técnica que impeça a adequada avaliação das imagens.

Os benefícios esperados com essa pesquisa são a comprovação que o simulador será útil no ensino e treinamento médico, possibilitando a melhor formação médica em hospitais e universidades. Além disso, espera-se que os próprios participantes do estudo possam se beneficiar do treinamento proposto, embora nem sempre o senhor(a) seja diretamente beneficiado(a) por sua participação neste estudo.

Os pesquisadores (pesquisador, orientador, aluno pós-graduação), responsáveis por este estudo, poderão ser localizados para esclarecer eventuais dúvidas que o senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo por e-mail ou telefone em horário comercial (das 09:00 as 17:00, de segunda a sexta-feira). Em situações de emergência ou urgência, relacionadas à pesquisa, os mesmos poderão ser contatados pelo telefone (número de telefone disponível nas 24 horas, com acesso direto com o pesquisador).

Se (o Senhor, a Senhora) tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UPFR pelo Telefone 3360-1041 das 08:00 horas as 14:00 horas de segunda a sexta-feira. O CEP é de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

Neste estudo será utilizado um grupo controle, o que significa que o senhor(a) poderá não receber o treinamento no simulador de endoscopia. Caso seja da sua vontade, após a conclusão do estudo o senhor(a) poderá receber este treinamento de forma gratuita, sob orientação dos pesquisadores, conforme sua conveniência. Também poderá ser disponibilizada a metodologia de confecção do simulador utilizado, caso o senhor(a) deseje reproduzi-lo para uso pessoal.

A sua participação neste estudo é voluntária e se (o Senhor, a Senhora) não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

As informações relacionadas ao estudo somente poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas (orientador e avaliadores independentes). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. Como este estudo realizará gravações por vídeo, tão logo os resultados sejam avaliados e a pesquisa seja encerrada os arquivos serão destruídos, respeitando seu anonimato.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (desenvolvimento do simulador e análise dos resultados) não são de sua responsabilidade e o senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim ou atividades ordinárias que eu possa receber de forma rotineira na Instituição. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa e fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum problema diretamente relacionado ao desenvolvimento da pesquisa.

Endereço do(a) participante voluntário(a)

Domicílio:

Telefone para contato:

Contato em caso de urgência:

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Nome por extenso, legível do Participante e/ou Responsável Legal

Assinatura do Participante e/ou Responsável Legal
(Rubricar as demais páginas)

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive, de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou seu representante legal para a participação neste estudo.

Nome extenso do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE

Assinatura do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE
(Rubricar as demais páginas)

Curitiba,

Endereço d(os,as) responsável(eis) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Nome: Alynson Larocca Kulcheski

Telefone (041)99213-6149

Endereço: Rua Dep. Heitor de Alencar Furtado, 1819 – Ap. 1101. Mossunguê.
Curitiba/PR

E-mail: alylarocca@gmail.com

Nome: Edmar Stieven Filho

Telefone (041)99267-3035

Endereço: Rua Emilio Cornelsen, 198 – Ap. 11. Juvevê. Curitiba/PR

E-mail: filho200@gmail.com

APÊNDICE 2- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MÉDICOS PRECEPTORES

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

Nós, Álynson Larocca Kulcheski (doutorando em Medicina – Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná) e/ou Edmar Stieven Filho (Professor Adjunto de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal do Paraná), pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o senhor(a), aluno de Medicina a participar de um estudo intitulado **VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR: TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL**. Este estudo tem importância pois busca disponibilizar um equipamento efetivo e de baixo custo para o treinamento de médicos e estudantes em endoscopia da coluna.

O objetivo desta pesquisa é validar um simulador desenvolvido para avaliação e treinamento de endoscopia, comprovando sua capacidade de melhorar o desempenho de médicos em formação. Caso o senhor(a) participe da pesquisa, deverá supervisionar alguns estudantes de Medicina vinculados ao seu hospital de ensino em um procedimento de endoscopia diagnóstica de coluna. Este procedimento cirúrgico será um dos elencados dentro do seu próprio hospital/serviço, sem que os pesquisadores tenham qualquer ingerência sobre sua indicação ou sua execução. O senhor(a) terá autonomia completa durante sua execução, podendo a qualquer momento interromper a execução pelo estudante ou contraindicar sua realização se assim julgar necessário. Após a inspeção endoscópica feita pelo estudante avaliado, o senhor(a) será convidado a repetir este passo cirúrgico, com o objetivo de normalizar os resultados e evitar algum viés relacionado a dificuldades técnicas ou particularidades individuais de cada paciente

Os procedimentos cirúrgicos a serem acompanhados ocorrerão de acordo com o local e programação do seu programa de cirurgias. É possível que o senhor (a) experimente algum desconforto, especialmente relacionado ao fato de disponibilizar tempo para a realização das tarefas, e ao eventual constrangimento de ter sua imagem registrada durante a realização dos procedimentos.

Alguns riscos relacionados ao estudo incluem o próprio constrangimento durante a realização das atividades, eventual quebra de confidencialidade com relação aos dados e impossibilidade da utilização dos dados coletados por alguma questão técnica que impeça a adequada avaliação das imagens.

Os benefícios esperados com essa pesquisa são a comprovação que o simulador será útil no ensino e treinamento médico, possibilitando a melhor formação médica em hospitais e universidades. Além disso, espera-se que os próprios participantes do estudo possam se beneficiar do treinamento proposto, embora nem sempre o senhor(a) seja diretamente beneficiado(a) por sua participação neste estudo.

Os pesquisadores (pesquisador, orientador, aluno pós-graduação), responsáveis por este estudo, poderão ser localizados para esclarecer eventuais dúvidas que o senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo por e-mail ou telefone em horário comercial (das 09:00 as 17:00, de segunda a sexta-feira). Em situações de emergência ou urgência, relacionadas à pesquisa, os mesmos poderão ser contatados pelo telefone (número de telefone disponível nas 24 horas, com acesso direto com o pesquisador).

Se (o Senhor, a Senhora) tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UPFR pelo Telefone 3360-1041 das 08:00 horas as 14:00 horas de segunda a sexta-feira. O CEP é de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

A sua participação neste estudo é voluntária e se (o Senhor, a Senhora) não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

As informações relacionadas ao estudo poderão conhecidas por pessoas autorizadas (orientador e avaliadores independentes). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. Como este estudo realizará gravações por vídeo, tão logo os resultados sejam avaliados e a pesquisa seja encerrada os arquivos serão destruídos, respeitando seu anonimato.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (desenvolvimento do simulador e análise dos resultados) não são de sua responsabilidade e o senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim ou atividades ordinárias que eu possa receber de forma rotineira na Instituição. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa e fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum problema diretamente relacionado ao desenvolvimento da pesquisa.

Endereço do(a) participante voluntário(a)

Domicílio:

Telefone para contato:

Contato em caso de urgência:

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Nome por extenso, legível do Participante e/ou Responsável Legal

Assinatura do Participante e/ou Responsável Legal
(Rubricar as demais páginas)

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive, de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou seu representante legal para a participação neste estudo.

Nome extenso do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE

Assinatura do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE
(Rubricar as demais páginas)

Curitiba,

Endereço dos responsáveis pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Nome: Alynson Larocca Kulcheski

Telefone (041)99213-6149

Endereço: Rua Dep. Heitor de Alencar Furtado, 1819 – Ap. 1101. Mossunguê.
Curitiba/PR

E-mail: alylarocca@gmail.com

Nome: Edmar Stieven Filho

Telefone (041)99267-3035

Endereço: Rua Emilio Cornelsen, 198 – Ap. 11. Juvevê. Curitiba/PR

E-mail: filho200@gmail.com

APÊNDICE 3- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PACIENTES

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

Nós, Álynson Larocca Kulcheski (doutorando em Medicina – Clínica Cirúrgica da Universidade Federal do Paraná) e/ou Edmar Stieven Filho (Professor Adjunto de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal do Paraná), pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o senhor(a), aluno de Medicina a participar de um estudo intitulado **VALIDAÇÃO DE UM SIMULADOR DE ENDOSCOPIA DA COLUNA LOMBAR: TRANSFERÊNCIA DE HABILIDADES PARA A CIRURGIA REAL**. Este estudo tem importância pois busca disponibilizar um equipamento efetivo e de baixo custo para o treinamento em artroscopia de médicos e estudantes.

O objetivo desta pesquisa é validar um simulador desenvolvido para avaliação e treinamento de endoscopia da coluna, comprovando sua capacidade de melhorar o desempenho de médicos em formação. Nele, alguns estudantes de Medicina serão submetidos a um treinamento adicional em um simulador de endoscopia, e seu desempenho será comparado com o de outros estudantes que não receberão tal treinamento. Todos os estudantes participantes serão supervisionados por um médico especialista, que será o responsável pela cirurgia. No seu caso específico, este estudante irá realizar apenas a avaliação inicial de sua cirurgia, sem nenhuma intervenção relacionada a este estudo. Mesmo esta avaliação inicial irá ser repetida pelo médico supervisor, então não existirá riscos de alguma lesão não ser identificada. O seu procedimento cirúrgico ocorrerá de acordo com a indicação e planejamento do seu médico assistente do hospital sem que os pesquisadores tenham qualquer ingerência sobre sua indicação ou sua execução. O médico supervisor terá autonomia completa durante a execução da cirurgia, podendo a qualquer momento interromper a execução pelo médico residente ou contraindicar sua realização se assim julgar necessário.

Sua cirurgia ocorrerá de acordo com o local e programação que lhe foi apresentada por seu médico, sem nenhuma interferência ou modificação decorrente deste trabalho. É possível que o senhor (a) experimente algum desconforto, especialmente relacionado ao fato de precisar ler e concordar com este Termo, e ao eventual constrangimento de ter sua imagem registrada durante a realização dos procedimentos.

Alguns riscos relacionados ao estudo incluem o próprio constrangimento durante a realização das atividades, eventual quebra de confidencialidade com relação aos dados e impossibilidade da utilização dos dados coletados por alguma questão técnica que impeça a adequada avaliação das imagens. O fato de um estudante de Medicina participar da realização de sua cirurgia não tem relação com a realização deste trabalho, já que faz parte da rotina habitual do serviço em que sua cirurgia será realizada.

Os benefícios esperados com essa pesquisa são a comprovação que o simulador será útil no ensino e treinamento médico, possibilitando a melhor formação médica em hospitais e universidades. Além disso, espera-se que os próprios participantes do estudo possam se beneficiar do treinamento proposto, embora nem sempre o senhor(a) seja diretamente beneficiado(a) por sua participação neste estudo.

Os pesquisadores (pesquisador, orientador, aluno pós-graduação), responsáveis por este estudo, poderão ser localizados para esclarecer eventuais dúvidas que o senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo por e-mail ou telefone em horário comercial (das 09:00 às 17:00, de segunda a sexta-feira). Em situações de emergência ou urgência, relacionadas à pesquisa, os mesmos poderão ser contatados pelo telefone (número de telefone disponível nas 24 horas, com acesso direto com o pesquisador).

Se (o Senhor, a Senhora) tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/HC/UPFR pelo Telefone 3360-1041 das 08:00 horas às 14:00 horas de segunda a sexta-feira. O CEP é de um grupo de indivíduos com conhecimento científicos e não científicos que realizam a revisão ética inicial e continuada do estudo de pesquisa para mantê-lo seguro e proteger seus direitos.

A sua participação neste estudo é voluntária e se (o Senhor, a Senhora) não quiser mais fazer parte da pesquisa, poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

As informações relacionadas ao estudo poderão conhecidas por pessoas autorizadas (orientador e avaliadores independentes). No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. Como este estudo realizará gravações por vídeo, tão logo os resultados sejam avaliados e a pesquisa seja encerrada os arquivos serão destruídos, respeitando seu anonimato.

As despesas necessárias para a realização da pesquisa (desenvolvimento do simulador e análise dos resultados) não são de sua responsabilidade e o senhor(a) não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim ou atividades ordinárias que eu possa receber de forma rotineira na Instituição. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa e fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum problema diretamente relacionado ao desenvolvimento da pesquisa.

Endereço do(a) participante voluntário(a)

Domicílio:

Telefone para contato:

Contato em caso de urgência:

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Nome por extenso, legível do Participante e/ou Responsável Legal

Assinatura do Participante e/ou Responsável Legal
(Rubricar as demais páginas)

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive, de forma apropriada e voluntária, o Consentimento Livre e Esclarecido deste participante ou seu representante legal para a participação neste estudo.

Nome extenso do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE

Assinatura do Pesquisador e/ou quem aplicou o TCLE
(Rubricar as demais páginas)

Curitiba,

Endereço d(os,as) responsável(eis) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Nome: Alynson Larocca Kulcheski

Telefone (041)99213-6149

Endereço: Rua Dep. Heitor de Alencar Furtado, 1819 – Ap. 1101. Mossunguê.
Curitiba/PR

E-mail: alylarocca@gmail.com

Nome: Edmar Stieven Filho

Telefone (041)99267-3035

Endereço: Rua Emilio Cornelsen, 198 – Ap. 11. Juvevê. Curitiba/PR

E-mail: filho200@gmail.com