

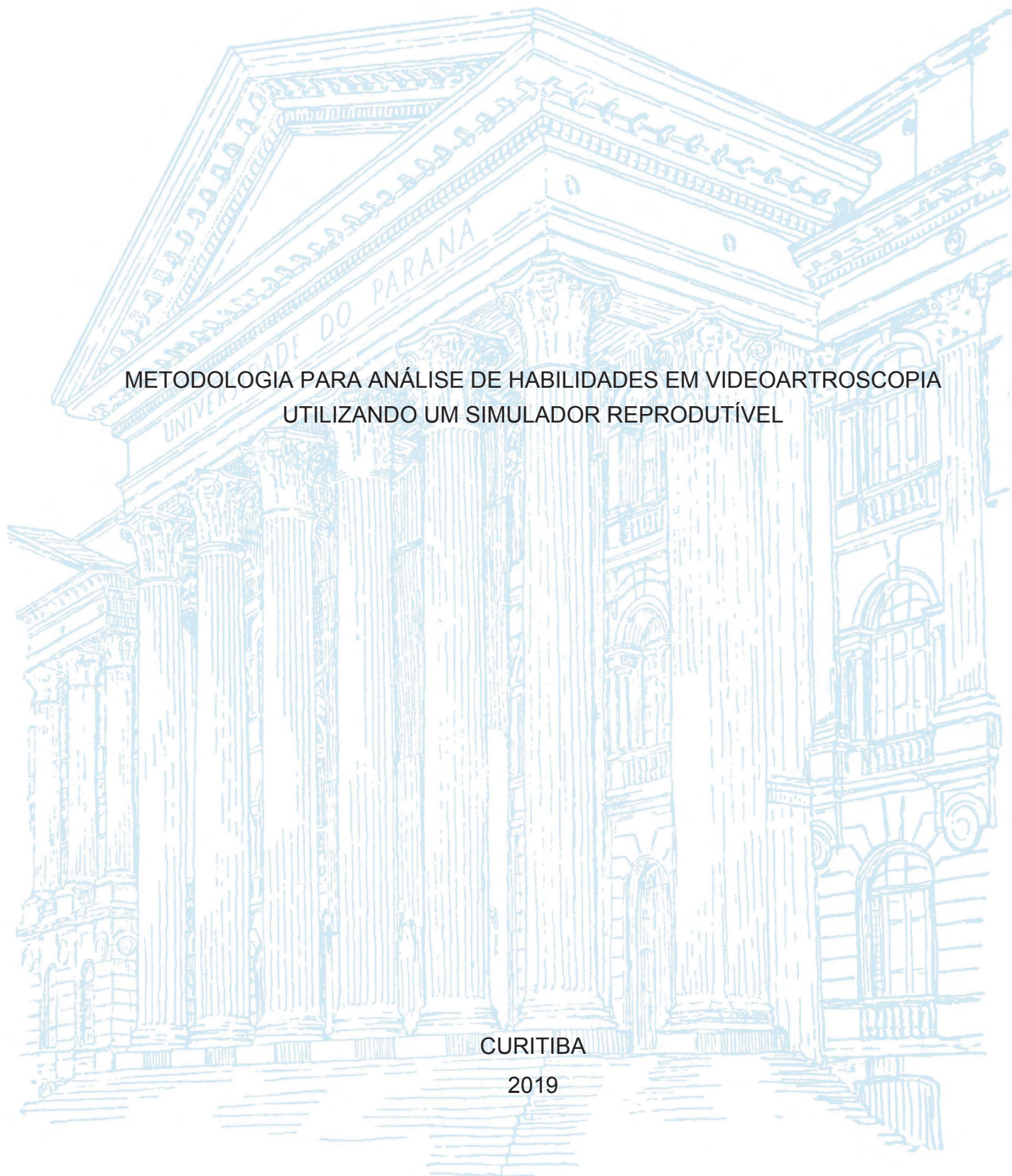
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAUL ANDRÉ ALAIN MILCENT

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE HABILIDADES EM VIDEOARTROSCOPIA
UTILIZANDO UM SIMULADOR REPRODUTÍVEL

CURITIBA

2019



PAUL ANDRÉ ALAIN MILCENT

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE HABILIDADES EM VIDEOARTROSCOPIA
UTILIZANDO UM SIMULADOR REPRODUTÍVEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Cirúrgica, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Stieven Filho

CURITIBA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR -
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS DA SAÚDE, BIBLIOTECÁRIA: RAQUEL PINHEIRO
COSTA JORDÃO - CRB9/991 COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Milcent, Paul André Alain

Metodologia para análise de habilidades em videoartroscopia
utilizando um simulador reprodutível / Paul André Alain Milcent. – Curitiba,
2019.

67 f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica, Setor
de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Stieven Filho.

1. Ensino. 2. Treinamento por simulação. 3. Artroscopia. 4. Joelho. I.
Stieven Filho, Edmar. II. Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica.
Universidade Federal do Paraná. III. Título. NLMC: WE 870

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEDICINA (CLÍNICA CIRÚRGICA) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **PAUL ANDRE ALAIN MILCENT** intitulada: "METODOLOGIA PARA ANÁLISE DE HABILIDADES EM VIDEOARTROSCOPIA UTILIZANDO UM SIMULADOR REPRODUTÍVEL", sob orientação do Prof. Dr. **EDMAR STIEVEN FILHO**, que após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre 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, 01 de Outubro de 2019.



EDMAR STIEVEN FILHO

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)



JAMIL FAISSAL SONI

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)



EDILSON FORLIN

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

A minha esposa Camila e a minha filha Luiza, razão e sentido da minha existência...

Aos meus pais, Paul e Dione, cujo amor me gerou e me conduz...

AGRADECIMENTOS

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 dedicação e brilhantismo na arte de ensinar, contribuindo enormemente para minha formação e para a elaboração desta dissertação.

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.

Ao Dr. Mario Massatomo Namba, pela mestria no ensino da artroscopia para toda uma geração de ortopedistas.

Aos colegas Alynson Larocca Kulcheski e Leonardo Dau, pelas valorosas contribuições para a defesa desta dissertação.

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

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

“Toda experiência é precedida pela mente, liderada pela mente, criada pela mente. Fale ou aja com uma mente pacífica, e a felicidade seguirá como uma sombra que nunca parte.”

Siddhartha Gautama

RESUMO

Objetivo: Demonstrar a aplicabilidade de um simulador de artroscopia de joelho facilmente reprodutível na avaliação de habilidades cirúrgicas, atestando sua validade ao diferenciar artroscopistas experientes e novatos, bem como comparar seus resultados com outra metodologia previamente estabelecida e analisar sua aceitação e utilidade no treinamento médico. **Material e Método:** Trinta alunos do curso de medicina e dez médicos ortopedistas com experiência em artroscopia realizaram uma menisctomia artroscópica em um simulador confeccionado com materiais acessíveis e de baixo custo. Foram obtidas imagens externas e intra-articulares dos procedimentos, pelas quais foram analisados diversos parâmetros visuais objetivos do procedimento (tempo para realização, número de olhares abaixo, prevalência de perda de instrumento, tempo de triangulação e área removida dos meniscos). Também foram aplicadas a ferramenta de avaliação ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*) e uma escala de Likert abordando as impressões dos indivíduos acerca do simulador e sua aplicabilidade no ensino médico. **Resultados:** Para todas as variáveis objetivas analisadas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Para a realização da atividade proposta, obteve-se tempo em média 60% superior no grupo de alunos em relação ao grupo de artroscopistas ($P < 0,05$). Os alunos necessitaram de tempo em média 72,5% maior para a realização das triangulações ($P < 0,05$) e obtiveram taxa de erro aproximadamente duas vezes maior na análise da área removida dos meniscos ($P < 0,05$). Com relação ao ASSET, obteve-se diferenças estatisticamente significativas entre médicos artroscopistas e alunos em todos os oito domínios avaliados, bem como na pontuação total; de maneira semelhante, a pontuação no ASSET teve correlação significativa com todos os parâmetros objetivos avaliados. O simulador descrito apresentou grande aceitação, sendo que mais de 90% dos indivíduos consideraram o instrumento útil para ensino e treinamento, concordaram com sua contribuição no aprendizado e avaliação de passos e procedimentos específicos e atestaram que a atividade desenvolvida foi prazerosa. **Conclusão:** O simulador de artroscopia de joelho apresentado foi amplamente aceito e demonstrou adequada aplicabilidade na mensuração objetiva de habilidades cirúrgicas, permitindo a diferenciação entre alunos e médicos artroscopistas (validade de constructo). Da mesma forma, a metodologia de avaliação empregada apresentou relação direta com a ferramenta ASSET (validade concorrente).

Palavras-chave: Ensino. Treinamento por simulação. Artroscopia. Joelho.

ABSTRACT

Objective: To demonstrate the applicability of an easily reproducible knee arthroscopy simulator in the evaluation of surgical skills, attesting its validity through differentiation between experienced and novice arthroscopists, as well as to compare its results with another previously established methodology and to analyze its acceptance and usefulness in medical training. **Methods:** Thirty medical students and ten orthopedic surgeons with experience in arthroscopy performed an arthroscopic meniscectomy in a simulator made of low-cost and affordable materials. External and intra-articular images of the procedures were obtained, by which several objective visual parameters of the procedure were analyzed (time to perform, number of lookdowns, prevalence of instrument loss, triangulation time and removed meniscus area). The ASSET (Arthroscopic Knee Skill Scoring System) assessment tool and a Likert scale were also applied, addressing the individuals' impressions about the simulator and its applicability in medical education. **Results:** For all objective variables analyzed, statistically significant differences were found between groups. In order to perform the proposed activity, mean time was 60% higher in the student group than in the arthroscopist group ($P < 0.05$). The students required an average time of 72.5% higher for the triangulations ($P < 0.05$) and obtained a rate of error approximately twice as large in the analysis of the removed area of the meniscus ($P < 0.05$). Regarding ASSET, statistically significant differences were found between arthroscopists and students in all eight domains evaluated, as well as in the total score; similarly, the ASSET score had a significant correlation with all the objective parameters evaluated. The simulator described was widely accepted, with more than 90% of the individuals considered the instrument to be useful for teaching and training, agreed with their contribution in learning and evaluating specific steps and procedures and attested that the activity developed was pleasurable. **Conclusion:** The presented knee arthroscopy simulator was widely accepted and demonstrated adequate applicability in the objective measurement of surgical skills, allowing the differentiation between students and arthroscopic surgeons (construct validity). Likewise, the evaluation methodology employed was directly related to the ASSET tool (concurrent validity).

Keywords: Teaching. Simulation training. Arthroscopy. Knee.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SIMULADOR DE ARTROSCOPIA.....	25
FIGURA 2 - CANO DE PVC JOELHO 90°	26
FIGURA 3 - FÊMUR SINTÉTICO ADAPTADO	27
FIGURA 4 - MODELO MENISCAL EM SILICONE FIXADO NA TÍBIA PROXIMAL	28
FIGURA 5 - CÂMERA ENDOSCÓPICA PARA CELULARES	28
FIGURA 6 - CÂMERA ARTROSCÓPICA E CONECTORES	29
FIGURA 7 - MENISCOS COM DEMARCAÇÃO DE ÁREA	31
FIGURA 8 - VISÃO INTRA-ARTICULAR OBTIDA PELO ARTROSCÓPIO.....	32
FIGURA 9 - VISÃO EXTERNA DO PROCEDIMENTO.....	33
FIGURA 10 - MENISCOS ANTES E APÓS O PROCEDIMENTO	33
FIGURA 11 - MENISCOS COM ÁREA DEMARCADA ANTES E APÓS O PROCEDIMENTO	36

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - TEMPO DO PROCEDIMENTO (EM MINUTOS).....	38
GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS VISUAIS OBJETIVAS	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CUSTOS PARA CONFEÇÃO DO SIMULADOR DE ARTROSCOPIA	30
TABELA 2 - ESTATÍSTICA ANALÍTICA DOS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS	40
TABELA 3 - COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS DO ASSET ENTRE ALUNOS E MÉDICOS (VALORES MÉDIOS)	41
TABELA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E O ASSET	42
TABELA 5 - ESCALA DE LIKERT	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	DESENVOLVIMENTO DA ARTROSCOPIA.....	12
1.2	PROCESSO DE ENSINO EM ARTROSCOPIA	12
1.3	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO EM ARTROSCOPIA.....	15
1.4	PARÂMETROS VISUAIS DE AVALIAÇÃO OBJETIVA.....	18
1.5	MODELOS SIMULADOS NO PROCESSO DE TREINAMENTO E AVALIAÇÃO	19
1.6	MECANISMOS DE VALIDAÇÃO	21
1.7	JUSTIFICATIVA	22
1.8	OBJETIVOS.....	23
2	MATERIAL E MÉTODO	24
2.1	DESENHO.....	24
2.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	24
2.3	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	24
2.4	COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS.....	24
2.5	DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE ARTROSCOPIA	25
2.5.1	Modelo de Joelho	26
2.5.2	Câmera Artroscópica	28
2.5.3	Custos	30
2.6	PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO	30
2.6.1	Procedimento artroscópico simulado.....	31
2.6.2	Aquisição das imagens.....	32
2.6.3	Questionários	34
2.6.4	Análise das imagens.....	35
2.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
3	RESULTADOS	38
3.1	ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA	38
3.2	ESTATÍSTICA ANALÍTICA DOS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS	40
3.3	ASSET.....	41
3.4	CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E O ASSET	41
3.5	ESCALA DE LIKERT - IMPRESSÕES ACERCA DO SIMULADOR E SUA APLICABILIDADE	43

4	DISCUSSÃO	45
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56
	APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	62
	APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E DE IMPRESSÕES ACERCA DO PROCEDIMENTO	64
	APÊNDICE 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E OS DOMÍNIOS AVALIADOS PELO ASSET	65
	ANEXO 1 - ASSET (ARTHROSCOPIC KNEE SKILL SCORING SYSTEM)	67

1 INTRODUÇÃO

1.1 DESENVOLVIMENTO DA ARTROSCOPIA

Desde meados da década de 1980, a artroscopia se tornou o método preferido de abordagem cirúrgica de lesões internas do joelho. Estudos iniciais já demonstravam menor grau de dor e edema pós-operatórios, bem como menor taxa de complicações relacionadas, permitindo um melhor resultado final com custos reduzidos (JACKSON, 1999). Desta forma, o número de procedimentos realizados cresceu exponencialmente ao longo dos anos, alcançando a marca de um milhão de cirurgias realizadas ao ano nos Estados Unidos da América em meados dos anos 2000 (CULLEN; HALL; GOLOSINSKIY, 2009). Apesar de ser um dos procedimentos cirúrgicos mais realizados no mundo, não existe consenso a respeito do que constitui a habilidade artroscópica, nem quantos procedimentos cirúrgicos realizados são necessários para alcançá-la (HODGINS; VEILLETTE, 2013).

Os precursores da artroscopia moderna surgiram por volta de 1912, com a primeira descrição de visualização endoscópica da articulação do joelho. Poucos avanços na área ocorreram até a década de 1960, com a realização da primeira meniscectomia parcial artroscópica em 1962 por Masaki Watanabe. A partir deste momento, tais técnicas foram difundidas nos Estados Unidos da América por Robert W. Jackson nas décadas de 1970 e 1980, com a publicação do primeiro livro-texto de artroscopia em 1976 (BIGONY, 2008). Ao longo do tempo, avanços tecnológicos no campo da fibra ótica e visualização de imagens através de uma tela permitiram a realização de procedimentos cirúrgicos cada vez mais complexos, como as reconstruções multiligamentares e os reparos meniscais (CARR et al., 2015; TREUTING, 2000).

1.2 PROCESSO DE ENSINO EM ARTROSCOPIA

Com o surgimento de novas tecnologias, tornou-se necessário o desenvolvimento de métodos para seu ensino e treinamento. Classicamente, o processo de aprendizagem em cirurgia (e particularmente em artroscopia) se dá através da relação direta entre cirurgião e aluno. Desta forma, o aprendizado ocorre

tanto pela transmissão expositiva de conhecimentos, como pela participação direta e indireta em procedimentos cirúrgicos realizados em pacientes. Em menor escala, o aprendizado em cadáveres também demonstra papel importante neste processo, porém seu acesso nas escolas médicas se tornou cada vez mais escasso. Apesar de amplamente difundida, esta metodologia focada na relação entre mestre e aprendiz com realização de procedimentos supervisionados é cara e não satisfaz todas as necessidades do ensino médico. Sua imprevisibilidade e falta de padronização dificultam a organização e planejamento na aquisição de conhecimentos e habilidades. Além disso, vai de encontro às questões éticas relacionadas ao treinamento direto em pacientes nos hospitais de ensino e às lesões iatrogênicas eventualmente provocadas (ATESOK et al., 2016; UNALAN et al., 2010).

O aumento na morbidade operatória pelos cirurgiões em treinamento ocorre especialmente pela falta de controle para manipular os instrumentos no diminuto espaço intra-articular. Desta forma, a falta de destreza e inexperiência elevam o risco de lesões involuntárias aos tecidos saudáveis, em especial à cartilagem articular, cujo poder reparativo é extremamente baixo (MABREY et al., 2012). Outra consequência da realização de procedimentos artroscópicos por cirurgiões em formação é o aumento no tempo operatório, que também está relacionado a maior morbidade ao paciente (devido, por exemplo, ao aumento no risco de infecção e dor após o procedimento) (CHENG et al., 2018). O maior tempo cirúrgico implica ainda em um maior custo, pelo aumento na demanda de estrutura, material e pessoal. Assim, o ensino se torna ineficiente também do ponto de vista financeiro, preocupação crescente nos hospitais e universidades (BRIDGES; DIAMOND, 1999).

A aquisição de habilidades artroscópicas é particularmente difícil para alguns cirurgiões, em parte devido às características inerentemente desafiadoras da técnica - a visualização se dá em um monitor de duas dimensões, enquanto a manipulação de instrumentos e da câmera se dá em três dimensões. Além disso, as técnicas artroscópicas demandam habilidades psicomotoras diferentes das utilizadas em cirurgias abertas, estas últimas fazendo uso de habilidades adquiridas desde a primeira infância (comer com utensílios, amarrar o cadarço dos sapatos, uso de ferramentas domésticas básicas) (HALL; ELLIS; HAMDORF, 2003; PEDOWITZ; ESCH; SNYDER, 2002). Desta forma, enquanto alguns indivíduos apresentam habilidade inata para procedimentos artroscópicos e atingem competência após pouco

tempo de treinamento, outros se mostram incapazes de atingir proficiência em tarefas simples mesmo após alto número de repetições (ALVAND et al., 2011).

Ao longo dos anos, vem ocorrendo uma redução no tempo total de horas despendidas em ambiente cirúrgico durante a residência médica. Os motivos para tal redução são, principalmente, o aumento do número de médicos em formação e as mudanças na legislação relacionada, limitando o número de horas trabalhadas nos programas de treinamento (CHIKWE; DE SOUZA; PEPPER, 2004). Esta redução traz dificuldades adicionais ao processo de ensino, restringindo o número total de procedimentos realizados por cada médico e diminuindo o tempo útil despendido sob supervisão de um orientador. Como consequência, 25% dos médicos formados têm sensação de insegurança em procedimentos cirúrgicos (FONSECA et al., 2014). As particularidades da artroscopia, associadas ao menor número de cirurgias deste tipo realizadas durante os programas de residência, fazem com que os médicos em final de formação se sintam, de maneira geral, menos preparados para a realização de procedimentos artroscópicos do que procedimentos abertos (INSEL et al., 2009). Tal situação trouxe preocupações quanto ao processo de aquisição de habilidades para a realização de procedimentos artroscópicos, tornando necessário o desenvolvimento de métodos mais objetivos de treinamento dos médicos em formação (ALVAND et al., 2012).

Um procedimento artroscópico exige coordenação visioespacial para manipular instrumentos, enquanto se interpretam estruturas tridimensionais como imagens bidimensionais. Desta forma, as necessidades de ensino atuais demandam um foco ainda maior em áreas como o treino de habilidade motora, cinesiologia e ciência do aprendizado. Diversos autores mencionam que o desenvolvimento de habilidades motoras básicas e habilidades visioespaciais melhoram o desempenho do médico ao realizar um procedimento artroscópico em um paciente real (CAMP et al., 2016; MARTIN; PATTERSON; CAMERON, 2016; UNALAN et al., 2010).

Os cirurgiões se beneficiam da prática, melhorando seus resultados e diminuindo a sua morbidade na medida em que realizam os procedimentos de forma mais frequente. Tal prática não deve ser confundida com simples repetição, já que a chave para a melhora é o treinamento estruturado em exercícios progressivos direcionados para as habilidades correlatas. Neste contexto, as habilidades motoras

apresentam destaque, sendo essenciais para a precisão cirúrgica especialmente em um procedimento artroscópico (THOMAS et al., 2014).

Nos últimos anos, vem ganhando destaque a possibilidade de melhora nas habilidades visioespaciais e motoras finas através da realização de atividades externas ao centro cirúrgico, muitas vezes de caráter recreativo ou lúdico. Tratando-se especificamente da artroscopia, a prática de atividades que exijam coordenação entre mão e olho, destreza com ambas as mãos, visão periférica e rápida resposta a estímulos pode atuar como treinamento para a realização deste tipo de procedimento. Tal relação já é apontada na literatura, com a prática frequente de videogame sendo preditora de melhor performance operatória. Entretanto, o baixo número de estudos, em sua maioria com metodologia simples, impede conclusões definitivas sobre o real papel de tais atividades no treinamento e desempenho cirúrgico (LYNCH; AUGHWANE; HAMMOND, 2010; SCHLICKUM et al., 2009).

O planejamento e aplicação do treinamento em cirurgia deve levar em consideração as particularidades do ensino de adultos, muitas vezes divergente da metodologia habitualmente adotada durante o período escolar na infância. O treinamento em cirurgia deve ser autodirecionado e focado no aprendiz, abordando problemas e tarefas de forma específica e objetiva. É necessário levar em consideração as experiências e conhecimentos prévios do indivíduo, utilizando-os como base para a construção dos novos conceitos. A definição de critérios de performance e o constante desafio ao estudante em superar seu nível atual de habilidades são essenciais para manter sua motivação e interesse durante o aprendizado. O fornecimento de extenso feedback acerca dos processos e resultados também torna-se essencial, fazendo com que o indivíduo em treinamento torne-se sujeito ativo no processo de ensino (REZNICK, 1993).

1.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO EM ARTROSCOPIA

O desenvolvimento de competências técnicas se dá em três etapas: percepção, integração e automatização. Inicialmente o cirurgião em formação observa e forma um esquema mental do procedimento realizado; com tempo e tutela, ele organiza tais informações em uma estrutura que o permite desenvolver o procedimento, ainda sem fluidez; por fim, a prática repetitiva e a instrução detalhada

o levam ao final do processo de maturação - a automatização (REZNICK, 1993). A avaliação de tais competências de forma adequada, porém, não é simples. Para tal, é necessário contemplar questões quanto a viabilidade, confiabilidade e capacidade de validação do método escolhido - o que na maioria das vezes não é alcançado através das avaliações globais de performance comumente aplicadas (GANDHI; ANDERTON; FUNK, 2015; OLSON et al., 2013).

O treinamento artroscópico tradicional durante a residência médica carece de um sistema objetivo e padronizado de avaliação. O modelo de análise de resultados utilizado atualmente compartilha das mesmas limitações do sistema de ensino previamente apresentado – é dependente da avaliação subjetiva de um preceptor, sendo ineficiente em termos de tempo e custos e se mostrando incapaz de aferir de forma confiável os parâmetros analisados (HODGINS; VEILLETTE, 2013).

Para mensurações de atitudes e opiniões, bem como quantificar de forma ordinal o desempenho em uma determinada atividade, uma abordagem comumente utilizada é a aplicação de escalas de respostas psicométricas de Likert. Nesta ferramenta, são apresentadas uma série de respostas a determinada pergunta ou afirmação, elaboradas de acordo com o objetivo do questionário. O sujeito avaliado deve categorizar tais afirmações de acordo com suas impressões, normalmente em um espectro de cinco níveis (JAMIESON, 2004). Tratando-se da avaliação de performance em artroscopia, é frequente a elaboração de afirmativas acerca do desempenho do indivíduo examinado, as quais são categorizadas por um preceptor ou indivíduo treinado.

Outra abordagem frequentemente utilizada na avaliação de desempenho cirúrgico é a aplicação de listas de tarefas a serem cumpridas em determinado procedimento. São descritos, por exemplo, os pontos essenciais a serem inspecionados em uma artroscopia diagnóstica de joelho: recesso suprapatelar, compartimento patelofemoral, goteiras medial e lateral, compartimento medial incluindo cornos meniscais anterior e posterior, compartimento central incluindo os ligamentos cruzados anterior e posterior, bem como o compartimento lateral incluindo cornos meniscais anterior e posterior. Da mesma forma, são estabelecidos os pontos principais de avaliação de desempenho na realização de uma meniscectomia parcial: quantidade apropriada de menisco removido, uso apropriado das pinças artroscópicas e regularidade de contorno nos bordos remanescentes do menisco. Com o objetivo

de ordenar e padronizar as avaliações de performance em artroscopias de joelho, foram desenvolvidos e implementados diversos *checklists* específicos para tal fim (INSEL et al., 2009).

O OSATS (*Objective Structured Assessment of Technical Skill*) é atualmente o mais aceito como padrão-ouro para a avaliação objetiva de habilidades em procedimentos cirúrgicos abertos de maneira geral, porém tratando-se especificamente de artroscopia tal método apresenta limitações. Este consiste em um exame utilizando modelos de simulação, formado por dois componentes: um *checklist* específico da cirurgia e uma escala de avaliação global, ambos sendo demonstrados como proporcionais à maturidade das habilidades cirúrgicas. A escala de avaliação global, em particular, é um método comum de análise, não limitada a um procedimento específico, consistindo em sete itens de avaliação em uma escala de cinco pontos; tais itens são o respeito pelos tecidos, tempo e movimentos, manejo dos instrumentos, conhecimento dos instrumentos, fluidez do procedimento, uso de assistentes e conhecimento do procedimento específico (MARTIN et al., 1997).

O *Basic Arthroscopic Knee Scoring System* utiliza os mesmos princípios, adaptados para uma cirurgia artroscópica. Ele é composto por duas partes – um *checklist* específico de tarefas a serem realizadas em uma artroscopia diagnóstica associada a uma menissectomia parcial (dez itens no total, sendo dado um ponto a cada tarefa completada), além de uma escala de avaliação global de o quão bem realizadas foram tais tarefas (dez itens no total, graduados de um a cinco em uma escala tipo Likert). Seu desenho, porém, permite apenas avaliações de menissectomias, sem possibilidade de generalizações para outros procedimentos (INSEL et al., 2009).

Desenvolvido como uma metodologia objetiva para avaliação de cirurgias laparoscópicas, o GOALS (*Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills*) baseia-se na percepção de profundidade, destreza bimanual, eficiência, manipulação de tecidos e autonomia (VASSILIOU et al., 2005).

Mais recentemente apresentado, o OAAS (*Objective Assessment of Arthroscopic Skill*) consiste em domínios de múltiplas habilidades categorizados em cinco níveis de proficiência que, quando combinados com um *checklist* anatômico, conseguem diferenciar vários níveis de treinamento com excelente consistência interna e confiabilidade. As habilidades avaliadas são o exame e manipulação

articular, triangulação de instrumentos, controle do fluxo de fluídos e distensão articular, manutenção do campo de visão, controle dos instrumentos, economia de tempo e planejamento, avaliação geral e nível de habilidade (SLADE SHANTZ et al., 2013).

Publicado no mesmo período, o ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*) foi criado para ser utilizado para a avaliação de habilidades técnicas artroscópicas globais. Seu desenho permite a generalização para múltiplos procedimentos artroscópicos, tanto em pacientes vivos como em ambientes simulados. Inclui oito domínios (Segurança, Campo de Visão, Destreza com a Câmera, Destreza com os Instrumentos, Destreza Bimanual, Fluidez do Procedimento, Qualidade do Procedimento e Autonomia), os quais podem ser avaliados utilizando o vídeo gravado pela câmera artroscópica. Os sete primeiros domínios são graduados em cinco níveis de uma escala tipo Likert, com descritores nos níveis um, três e cinco (novato, competente e perito, respectivamente). O oitavo (autonomia) é graduado de um a três, fazendo com que a pontuação total máxima da ferramenta seja 38 (KOEHLER et al., 2013).

1.4 PARÂMETROS VISUAIS DE AVALIAÇÃO OBJETIVA

Apesar da disponibilidade e validade das diversas escalas de avaliação para categorizar o desempenho artroscópico, elas possuem uma série de limitações, especialmente por manterem critérios subjetivos de análise e dependerem da participação de um especialista ou observador treinado para sua aplicação. Desta forma, encontram-se na literatura formas mais objetivas de avaliação no ensino da artroscopia, sendo que alguns parâmetros são apresentados como tendo correlação com o nível de habilidade do sujeito analisado: tempo para completar determinada tarefa, distância percorrida pelo *probe* artroscópico, número de colisões com o *probe*, avaliação da força aplicada ao instrumento e sistemas eletromagnéticos de avaliação de movimento. O desenvolvimento de novas tecnologias aumentou as possibilidades dos métodos de avaliação, porém com um aumento significativo nos custos. Por este motivo, buscam-se alternativas mais simples para a aferição da habilidade artroscópica, sem que tecnologias avançadas precisem ser utilizadas (HODGINS; VEILLETTE, 2013).

Neste contexto, são apresentados alguns parâmetros visuais simples e reprodutíveis para a avaliação objetiva do desempenho em artroscopia, validados durante a realização de artroscopias diagnósticas em simuladores (ALVAND et al., 2012). São eles:

- Prevalência da perda de instrumento: avalia a consciência visioespacial e a habilidade motora fina. É quantificada pelo número de vezes em que a ponta do *probe* artroscópico não fica visível na tela;

- Tempo de triangulação: também avalia consciência visioespacial e a habilidade motora fina. É quantificada pela média de tempo das perdas de instrumento durante o procedimento (tempo total das perdas de instrumento dividido pelo número de perdas);

- Prevalência de olhares abaixo (*lookdowns*): avalia o controle do olhar, sendo quantificada pelo número de vezes em que o sujeito afasta o olhar da tela em direção às suas mãos enquanto segura o artroscópio.

A aplicação de modelos de avaliação em simuladores tem por objetivo padronizar e objetivar as análises de desempenho de cirurgiões em treinamento, trazendo maior qualidade ao processo de ensino-aprendizagem na área médica. Ferramentas de avaliação de performance baseados em vídeos gravados durante a realização de procedimentos artroscópicos *in vivo* ou em cadáveres, apesar de comumente aplicados, são limitados pelas particularidades de cada paciente e pela baixa disponibilidade de cadáveres para tais fins (KOEHLER et al., 2015).

1.5 MODELOS SIMULADOS NO PROCESSO DE TREINAMENTO E AVALIAÇÃO

Historicamente, a simulação em ortopedia sempre esteve defasada em relação a outras especialidades, com menor quantidade de simuladores validados disponíveis e focando principalmente no aprendizado de anatomia e acessos cirúrgicos em cadáveres. Recentemente, porém, esta tendência está sendo modificada (THOMAS et al., 2014).

Diferentes tipos de simuladores, incluindo cadáveres, modelos animais e modelos secos são utilizados em programas de treinamento. Cadáveres são modelos de alta fidelidade quanto a anatomia humana, se apresentado como o padrão-ouro do treinamento simulado - porém, apresentam sérias desvantagens como o custo,

disponibilidade e risco de transmissão de doenças, além de despenderem tempo e recursos com a preparação, armazenamento e descarte. Modelos animais vivos também são usados, porém nem sempre representam a anatomia humana, além de envolverem questões éticas. Desta forma, diversos modelos secos foram desenvolvidos como alternativas, trazendo como benefícios os custos, sustentabilidade e a possibilidade de prática não supervisionada (BUTLER et al., 2013; FELDMAN et al., 2017).

Ao longo dos últimos quinze anos, diversos modelos de simulação (tanto físicos como de realidade virtual) foram apresentados, especialmente nos Estados Unidos da América, com o objetivo de treinamento e avaliação em cirurgia artroscópica (INSEL et al., 2009; TOFTE et al., 2017). Estes simuladores já se mostraram confiáveis em distinguir artroscopistas novatos e experientes, bem como demonstraram potencial no ensino de pontos de referência anatômicos e habilidades de triangulação. A transferência de tais habilidades para a sala de cirurgia, porém, ainda carece de validação, apesar de protocolos semelhantes em cirurgia laparoscópica evidenciarem resultados promissores quanto a melhora no desempenho cirúrgico real após o treinamento em simuladores (STEFANIDIS; ACKER; HENIFORD, 2008; VARLEY et al., 2015).

A simulação vem ganhando espaço cada vez maior dentro do ensino médico. Dentre os principais motivos, destaca-se o aumento da segurança do paciente - ao se basear nas necessidades do aprendiz, evita procedimentos desnecessários e divergentes quanto as demandas do indivíduo submetido a um procedimento cirúrgico (MCGAGHIE et al., 2011). Por diminuir a curva do aprendizado, são estabelecidas margens de segurança mais aceitáveis em procedimentos realizados por cirurgiões iniciantes. A menor quantidade de horas nos programas de residência médica também é mitigada, ao permitir a aquisição de habilidades fora do ambiente hospitalar (GRAAFLAND; SCHRAAGEN; SCHIJVEN, 2012).

Outro mecanismo pelo qual o uso de simuladores pode melhorar o desempenho e reduzir o tempo cirúrgico é através do processo de aquecimento, onde se realiza um procedimento simulado antes da entrada na sala de cirurgia (DAWE et al., 2014; KENNEDY et al., 2011; SEYMOUR et al., 2002). Tal prática se baseia na reintrodução de uma habilidade já desenvolvida - apesar de previamente adquirida, a evocação de uma habilidade em plano frontal resulta uma execução mais fluida.

Permite-se, também, a checagem dos passos cirúrgicos a serem realizados, diminuindo a chance de erros nos procedimentos (DAWE et al., 2014; KENNEDY et al., 2011; MCGAGHIE et al., 2011; SEYMOUR et al., 2002).

Devido ao campo de visão restrito e a interação física limitada entre o paciente e o cirurgião, os procedimentos artroscópicos tendem a se beneficiar ainda mais dos simuladores do que outros procedimentos ortopédicos. Os simuladores desenvolvidos têm papel análogo àqueles utilizados no treinamento de pilotos de aeronaves, onde rotinas e procedimentos em situações emergenciais podem ser exaustivamente revistos e aprimorados sem os custos e riscos de um voo real. O nível de sofisticação tecnológica necessária para realizar as avaliações varia de acordo com o nível de habilidade do indivíduo analisado, fazendo com que o treinamento e avaliação de cirurgias em formação possam ser realizados com insumos e metodologias relativamente simples (MABREY et al., 2002).

Os simuladores e modelos de realidade virtual atualmente disponíveis no mercado internacional se mostram como alternativas ao ensino tradicional, como exposto previamente. Apesar do barateamento relativo do hardware, seus custos ainda são proibitivos na quase totalidade dos serviços de residência médica no Brasil. Dentre os numerosos exemplos de simuladores de cirurgia disponíveis do mercado, incluindo desde caixas de treinamento até avançados sistemas de realidade virtual, os preços para compra variam de dois mil até mais de oitocentos mil reais (DUNKIN et al., 2007; XIAO et al., 2014). Além disso, muitos simuladores só envolvem habilidades artroscópicas básicas como orientação e triangulação, as quais poderiam ser reproduzidas com sistemas muito mais simples e de menor custo (BRAMAN et al., 2015; HODGINS; VEILLETTE, 2013).

1.6 MECANISMOS DE VALIDAÇÃO

Antes de serem aplicados em uma metodologia de ensino e treinamento, 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: aparente ou de face, de conteúdo, de constructo, concorrente e de transferência.

A validade aparente ou de face é avaliada informalmente por sujeitos sem proficiência, e se relaciona com o realismo do simulador – busca definir se o simulador representa aquilo que deveria representar. É comumente utilizada na validação de simuladores ortopédicos, com objetivo de quantificar o grau em que o simulador se assemelha a cenários clínicos reais. A validade de conteúdo, por sua vez, é o julgamento do quão apropriado o simulador é como uma modalidade de ensino, e envolve uma avaliação formal por especialistas acerca do dispositivo – responde se o simulador ensina de forma realista o que ele deveria ensinar (MCDUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010).

Na validade de constructo, é determinado se o simulador é capaz de distinguir entre cirurgiões experientes e inexperientes – cria-se uma hipótese onde determinada habilidade aferida pelo simulador se relaciona com atributos de expertise em cirurgias reais. Tal validação é indispensável e de grande importância na aceitação do simulador como ferramenta competente de avaliação, sendo a metodologia mais utilizada para validação de simuladores ortopédicos (MCDUGALL, 2007; MORGAN et al., 2017; VAN NORTWICK et al., 2010).

A validade concorrente busca avaliar a concordância do simulador com um modelo de treinamento padrão-ouro, como animais *in vivo* ou cadáveres. Pode ser obtida, por exemplo, com a realização de um procedimento semelhante no simulador e em um modelo vivo, sendo a seguir comparados os parâmetros de performance obtidos. As metodologias de avaliação empregadas também podem ser validadas por concorrência, ao se aferir a correlação dos resultados obtidos com outra ferramenta de análise previamente validada. Por fim, a validade de transferência atesta se as habilidades demonstradas ou adquiridas no simulador são efetivamente transferidas para a realização de procedimentos reais (MCDUGALL, 2007; VAN NORTWICK et al., 2010).

1.7 JUSTIFICATIVA

Identifica-se a necessidade de avaliar e quantificar as habilidades relacionadas à artroscopia de forma objetiva e mensurável. As opções atualmente disponíveis para tal fim exigem a aquisição dos caros simuladores comerciais disponíveis no mercado. O desenvolvimento de um simulador de artroscopia de joelho

de baixo custo e facilmente reproduzível teria o potencial de difundir métodos precisos e confiáveis de análise, sem a limitação do viés econômico. Desta forma, tal simulador poderia ser utilizado como uma ferramenta simples e reproduzível para o ensino e avaliação em artroscopia de joelho em hospitais e universidades.

1.8 OBJETIVOS

Este trabalho objetiva:

1. Validar um simulador de artroscopia de joelho facilmente reproduzível através da demonstração de sua capacidade de diferenciar artroscopistas experientes e novatos (validade de constructo);
2. Apresentar uma metodologia de avaliação de performance cirúrgica em artroscopia de joelho através de parâmetros visuais objetivos, e comparar seus resultados outra metodologia previamente estabelecida (validade concorrente);
3. Analisar a aceitação e utilidade do simulador desenvolvido no ensino e treinamento médico.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 DESENHO

Estudo experimental transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital do Trabalhador/SES/PR com parecer nº 1.994.655.

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- a. Alunos do sexto ano do curso de medicina da Universidade Federal do Paraná, os quais nunca haviam realizado um procedimento de artroscopia.
- b. Médicos ortopedistas com formação em artroscopia do joelho e integrantes do grupo de Traumatologia Esportiva e Artroscopia do Joelho do Hospital de Clínicas/UFPR e Hospital do Trabalhador.

2.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

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

2.4 COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS

Os indivíduos selecionados foram divididos em dois grupos:

- a. Grupo I: trinta alunos do sexto ano do curso de medicina da Universidade Federal do Paraná, os quais foram selecionados de forma aleatória tomando por base o seu número em listas de presença em aula, através de um gerador computadorizado de números aleatórios UX APPS Número Aleatório® (versão 2.1.8.2018).
- b. Grupo II: dez médicos ortopedistas, os quais não puderam ser selecionados de forma aleatória já que compunham a totalidade da população disponível para o estudo.

2.5 DESCRIÇÃO DO SIMULADOR DE ARTROSCOPIA

Para a avaliação dos indivíduos selecionados foi utilizado um simulador de artroscopia de baixo custo previamente desenvolvido (MILCENT et al., 2019, no prelo), de confecção simples e reproduzível (FIGURA 1).

FIGURA 1 - SIMULADOR DE ARTROSCOPIA



FONTE: O autor (2019).

Tal simulador consiste em um modelo reproduzindo a articulação do joelho e uma câmera artroscópica simulada, os quais serão descritos a seguir.

2.5.1 Modelo de joelho

Modelo reproduzindo a articulação do joelho e suas estruturas internas (meniscos) através de materiais acessíveis. O simulador foi projetado mimetizando um joelho direito. O material utilizado para a confecção do joelho foi um cano de PVC, chamado na indústria da construção civil pelo homônimo Joelho 90° 150 mm com visita para 75, onde 150 mm se refere à bitola das extremidades do cano e 75 a um orifício de abertura superior, permitindo a entrada de luz. No corpo do cano de PVC foram confeccionadas quatro perfurações de três centímetros de diâmetro, de posicionamento compatível com os portais artroscópicos habituais (anterolateral, anteromedial, posterolateral e posteromedial). O posicionamento do modelo simula a posição do joelho a 90° de flexão, frequente nas artroscopias do joelho (FIGURA 2).

FIGURA 2 - CANO DE PVC JOELHO 90°



FONTE: O autor (2019).

A extremidade proximal do tubo foi fechada com um tampão de PVC específico chamado CAP 150 mm, no qual foi fixado um modelo de fêmur sintético direito em poliuretano (Nacional Ossos, modelo 2030) cortado e adaptado para chegar ao centro do tubo formando a porção proximal do joelho (FIGURA 3).

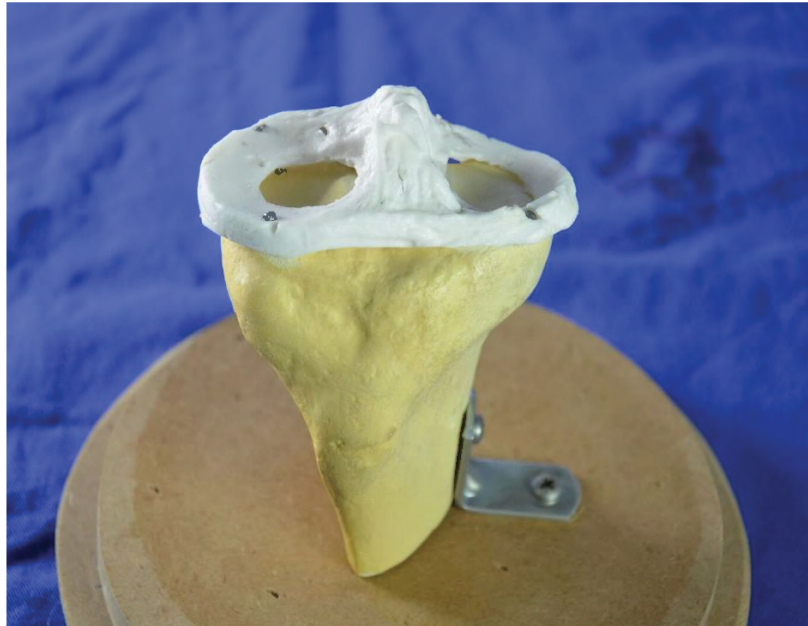
FIGURA 3 - FÊMUR SINTÉTICO ADAPTADO



FONTE: O autor (2019).

A extremidade distal foi fechada com uma base de madeira, na qual foi fixada uma tibia proximal sintética direita em poliuretano (Nacional Ossos, modelo 2031) adaptada a formar a porção distal da articulação. O modelo sintético da tibia foi seccionado em sua porção proximal, sobre a qual foi adaptada um modelo de superfície articular em silicone, composta por ambos os meniscos e pela eminência intercondilar. Para a confecção da superfície articular, inicialmente foi desenvolvido um molde em resina (Resina Cristal Fina), tomando como base um modelo seco comercial da tibia proximal (alternativamente, pode-se desenvolver diretamente um modelo em massa de modelar, tomando-se por base a anatomia meniscal). A partir deste molde, foram confeccionados os modelos da superfície articular em silicone (Borracha para Molde Importada Tipo II), podendo-se produzir tantos modelos meniscais quanto fossem necessários para a realização dos procedimentos simulados. Tais modelos meniscais foram fixados na tibia sintética previamente descrita através de quatro pregos metálicos 10 x 12, transfixando o modelo em silicone e inseridos em quatro orifícios previamente confeccionados na base tibial com broca correspondente (FIGURA 4).

FIGURA 4 - MODELO MENISCAL EM SILICONE FIXADO NA TÍBIA PROXIMAL



FONTE: O autor (2019).

2.5.2 Câmera artroscópica

Para a confecção da câmera artroscópica, foi utilizada uma câmera endoscópica para celulares e computadores modelo SXT-5.0M da fabricante KMOON (FIGURA 5).

FIGURA 5 - CÂMERA ENDOSCÓPICA PARA CELULARES



FONTE: O autor (2019).

A escolha da câmera se deu pela sua disponibilidade, custo, dimensões e maleabilidade, permitindo a elaboração de um instrumento funcionalmente próximo ao artroscópio habitual. Ela possui resolução de 1280 x 720 pixels e apresenta seis lâmpadas brancas de LED embutidas em sua extremidade distal, simulando e dispensando a utilização de uma fonte de luz auxiliar. Ela foi desmontada cortando-se sua capa metálica, sendo posteriormente inserida em um tubo de metal de 1 cm diâmetro e 25 cm de comprimento simulando o corpo do artroscópio. A extremidade da câmera foi alinhada com a extremidade do tubo, e fixada com angulação de 30° com adesivo acrílico. Para a fixação do cabo da câmera no interior do tubo metálico, três perfurações foram realizadas ao longo do tubo com broca para metal, nos quais foram introduzidos três parafusos metálicos M3 x 5mm, cuja cabeça foi seccionada. O sistema foi introduzido e fixado com resina de poliéster em um tubo de PVC de 20 mm de diâmetro, e a seguir acoplado a um conector em "T" rosqueado, simulando assim a camisa do artroscópio. O artroscópio foi então acoplado a um computador através de um conector USB. As imagens obtidas foram projetadas em um monitor para visualização. A versão final do artroscópio está apresentada na figura 6.

FIGURA 6 - CÂMERA ARTROSCÓPICA E CONECTORES



FONTE: O autor (2019).

2.5.3 Custos

Os custos do simulador, incluindo o modelo de joelho sintético, a câmera com seu adaptador e os materiais diversos para a confecção da estrutura externa e meniscos, foram da ordem de R\$300,00, conforme a tabela abaixo:

TABELA 1- CUSTOS PARA CONFECÇÃO DO SIMULADOR DE ARTROSCOPIA

Item	Valor (R\$)
Tíbia direita sintética em poliuretano	45,00
Fêmur direito sintético em poliuretano	45,00
Câmera endoscópica para celulares + adaptador	50,00
Tubo metálico	20,00
Tubos e conectores em PVC	60,00
Adesivo Acrílico	15,00
Resina de Poliéster Cristal	25,00
Borracha de Silicone para Moldes tipo II	30,00
Pregos e Parafusos	5,00
Placas de Madeira	5,00
Total	300,00

FONTE: O autor (2019).

2.6 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

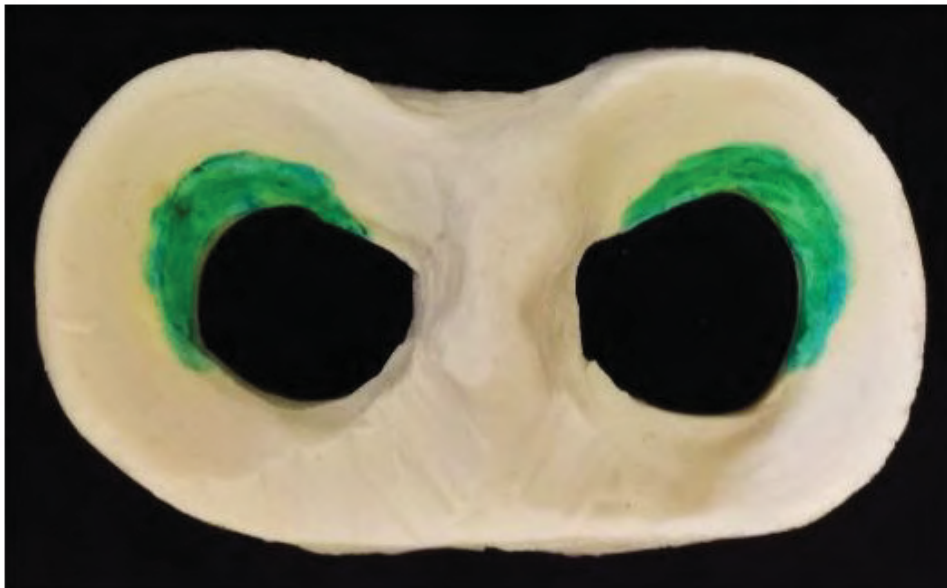
Os indivíduos selecionados, após terem lido e concordado com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1), foram submetidos a um procedimento artroscópico no simulador desenvolvido. A seguir, responderam a um questionário relacionado a demografia e impressões acerca do procedimento realizado.

2.6.1 Procedimento artroscópico simulado

Todos os participantes, independente da experiência artroscópica prévia, foram instruídos individualmente acerca do procedimento com um vídeo de aproximadamente três minutos sobre a anatomia do joelho, a artroscopia, o simulador utilizado e a tarefa a ser realizada.

A seguir, os indivíduos foram posicionados em frente ao simulador, disposto em uma mesa de 80 cm de altura com visão frontal para a tela de projeção das imagens. Foram então orientados a iniciar o procedimento, que constituiu em uma meniscectomia parcial medial e lateral até o limite demarcado em ambos os meniscos. A delimitação da área a ser retirada dos meniscos se fez com um molde padronizado de dois centímetros de diâmetro, posicionado na transição entre o corno posterior e o corpo de ambos os meniscos, com marcação feita através de marcador artístico permanente da marca Prismacolor® (FIGURA 7).

FIGURA 7 - MENISCOS COM DEMARCAÇÃO DE ÁREA



FONTE: O autor (2019).

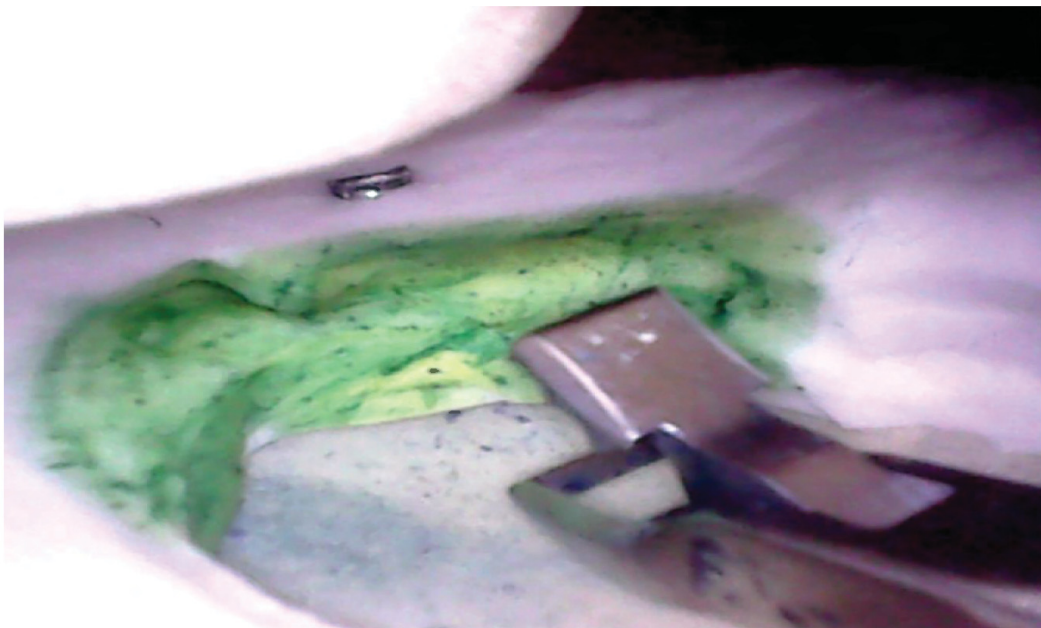
Os participantes receberam a clara orientação que deveriam chegar o mais próximo possível do limite desenhado, porém sem ultrapassá-lo. Para a realização do procedimento, além do próprio artroscópio desenvolvido foram disponibilizados dois instrumentos artroscópicos originais adicionais: um palpador tipo *probe* para

manipulação e uma pinça tipo *Basket* 3,5 mm para corte. Todos os procedimentos foram supervisionados pelo autor. Os participantes foram orientados a interromper a atividade se considerassem que o resultado final obtido estava satisfatório. O tempo máximo para a realização do procedimento foi de 10 minutos – quando o tempo limite era atingido, a atividade era interrompida compulsoriamente, independente do resultado obtido até aquele momento.

2.6.2 Aquisição das imagens

As imagens intra-articulares captadas pelo artroscópio foram transmitidas para um computador pessoal via cabo USB e gravadas em vídeo através de software de gravação aTube Catcher®, versão 3.8.9510 (DsNET Corp. 2018) (FIGURA 8).

FIGURA 8 - VISÃO INTRA-ARTICULAR OBTIDA PELO ARTROSCÓPIO



FONTE: O autor (2019).

As imagens externas dos participantes foram gravadas em vídeo com telefone celular ASUS Zenfone 3 adaptado a um tripé, posicionado a um metro de distância do participante (FIGURA 9).

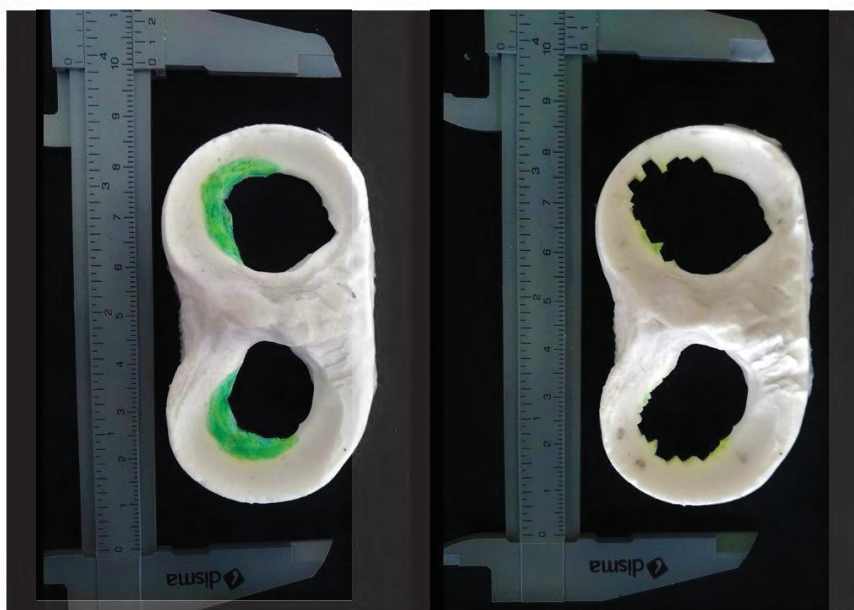
FIGURA 9 - VISÃO EXTERNA DO PROCEDIMENTO



FONTE: O autor (2019).

Foram realizadas ainda fotografias individuais dos meniscos utilizados nos procedimentos, antes e após a realização da meniscectomia. Tais fotografias também foram obtidas com telefone celular ASUS Zenfone 3, adaptado com tripé verticalmente sobre os meniscos a vinte centímetros de distância dos mesmos. Os meniscos foram dispostos junto a um paquímetro de quinze centímetros, com objetivo de padronização e graduação (FIGURA 10)

FIGURA 10- MENISCOS ANTES E APÓS O PROCEDIMENTO



FONTE: O autor (2019).

2.6.3 Questionários

Após concluir o procedimento, os participantes foram instruídos a responder um questionário subdividido em duas partes (APÊNDICE 2), contendo os seguintes elementos:

- a) Dados demográficos gerais (nome, sexo, idade e tempo de experiência em artroscopia).

- 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. Foram formuladas cinco perguntas para cada grupo, sendo que estas deveriam ser graduadas em um espectro de cinco descritores entre “discordo fortemente” e “concordo fortemente”. As perguntas apresentadas foram:

- Grupo I (alunos)

1. O simulador tem utilidade na formação de alunos de graduação em Medicina?
2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?
3. Você gostaria de participar de um curso ou disciplina baseado no treinamento em simulador de videoartroscopia?
4. Você estaria disposto a confeccionar pessoalmente um simulador para aprendizagem e treinamento?
5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?

- Grupo II (médicos)

1. O simulador tem utilidade no treinamento de cirurgiões iniciantes na área de artroscopia?
2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?
3. O simulador pode contribuir para o ensino e avaliação de passos e procedimentos cirúrgicos específicos?
4. O simulador tem capacidade de avaliar aspectos técnicos como o posicionamento do paciente e acessos cirúrgicos?

5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?

2.6.4 Análise das imagens

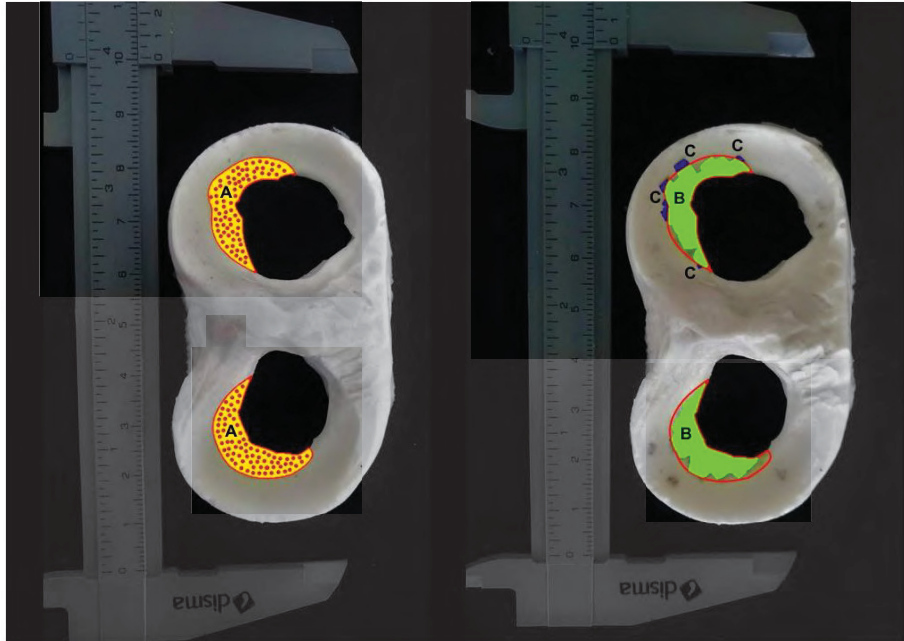
A avaliação do procedimento através dos vídeos e imagens obtidos foi realizada de acordo com os seguintes parâmetros:

- a) Análise dos vídeos intra-articulares e externos, com a coleta das seguintes variáveis visuais objetivas:
- Tempo total.
 - Prevalência de olhares abaixo (*lookdowns*) - ato de desviar o olhar para baixo durante a realização do procedimento.
 - Prevalência das perdas de instrumento - momento em que o participante não consegue manter o instrumento de trabalho utilizado no campo de visão da câmera artroscópica.
 - Tempo de triangulação – média do tempo necessário para, após uma perda, reposicionar o instrumento dentro do campo de visão.

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

- Número de *lookdowns* por minuto.
 - Número de perdas por minuto.
 - Tempo total das perdas – somatória do tempo das perdas de instrumento.
 - Porcentagem do tempo total em perda – porcentagem do tempo total em que não foi visualizado o instrumento de trabalho.
- b) Análise da área removida dos meniscos através do software de mensuração Image-Pro Plus®, versão 4.5.0.29 (Media Cybernetics, Inc. 2001), que pelas imagens digitalizadas é capaz de fornecer a medida da área (FIGURA 11).

FIGURA 11 - MENISCOS COM ÁREA DEMARCADA ANTES E APÓS O PROCEDIMENTO



FONTE: O autor (2019).

LEGENDA: A) Demarcação prévia a ser removida durante o procedimento.
 B) Quantidade de menisco corretamente removida da área demarcada.
 C) Quantidade de menisco removida de forma inadequada, se estendendo além da área determinada.

Para a padronização da variável referente a área removida, optou-se pelo cálculo da porcentagem de erro na meniscectomia. Este valor foi obtido, inicialmente, através da aferição da área corretamente removida dos meniscos, subtraída da área retirada além dos limites estabelecidos. Este valor foi então dividido pela área total demarcada, obtendo-se a razão de sucesso da meniscectomia. Por fim, obteve-se o complemento deste valor, o qual foi convertido em porcentagem para a definição da porcentagem de erro da meniscectomia. Os cálculos apresentados são demonstrados através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ de erro na meniscectomia} = \left[1 - \left(\frac{AC - AI}{AT} \right) \right] * 100$$

onde:

AC= área corretamente retirada (dentro da área demarcada).

AI= área incorretamente retirada (além da área demarcada).

AT= área total demarcada.

- c) Análise dos vídeos intra-articulares e externos através do método ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*) (ANEXO 1).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente foi realizada uma análise descritiva/exploratória do conjunto de dados, visando compreender a amostra e identificar possíveis relações, divergências e semelhanças entre os grupos estudados enquanto operavam o simulador de artroscopia. Em termos inferenciais, para comparação dos parâmetros quantitativos contínuos ou ordinais entre grupos foram aplicados os testes t-student (para comparação de médias de grupos independentes) e Wilcoxon (quando não se pôde assumir que a população teve distribuição normal). Os testes aplicados utilizaram nível de significância de 5%.

Todas as análises foram realizadas através dos softwares Microsoft Excel® (2013) e R®, versão 3.4.4 (R Foundation for Statistical Computing. 2018).

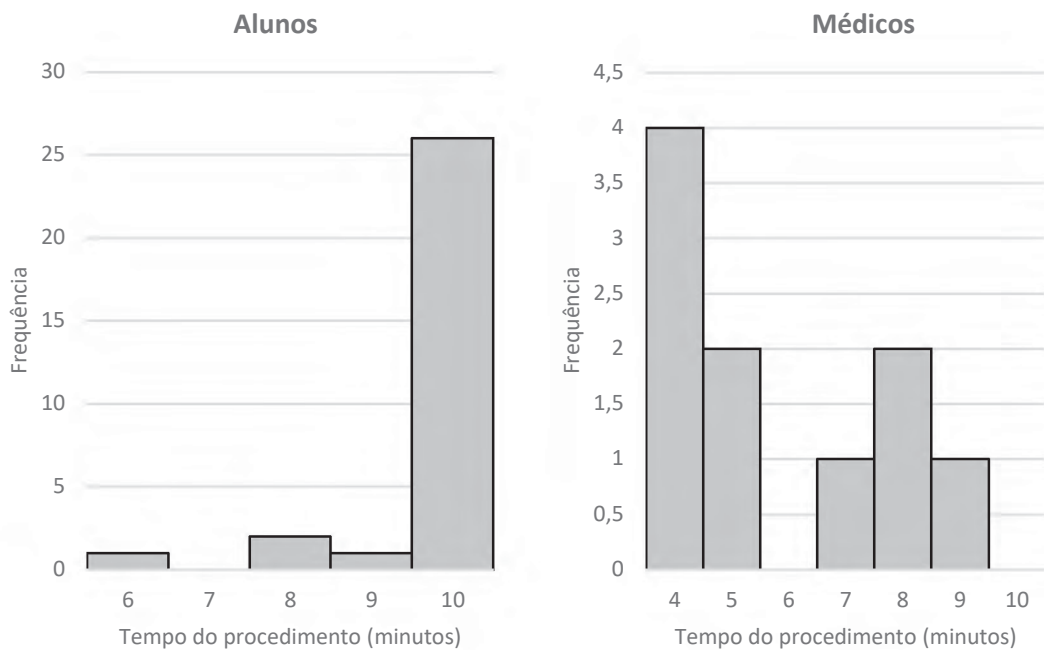
3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DESCRITIVA DA AMOSTRA

A amostra utilizada no estudo foi composta de 30 alunos (dos quais 63% eram do sexo feminino e 37% masculino) e 10 médicos (sendo nove do sexo masculino e um feminino), totalizando 20 mulheres e 20 homens. A idade média dos alunos participantes foi de 26,1 anos, enquanto dos médicos foi de 43,2 anos. O tempo médio de experiência em artroscopia dos médicos participantes foi de 13,7 anos.

O procedimento realizado no menor tempo durou 4 min 7 s, realizado por um médico com 3 anos de experiência em artroscopia. Aproximadamente 87% dos alunos utilizaram todos os dez minutos disponíveis para a realização da atividade, enquanto nenhum dos médicos chegou ao limite de tempo estipulado. A distribuição do tempo para a realização do procedimento está demonstrada no gráfico 1.

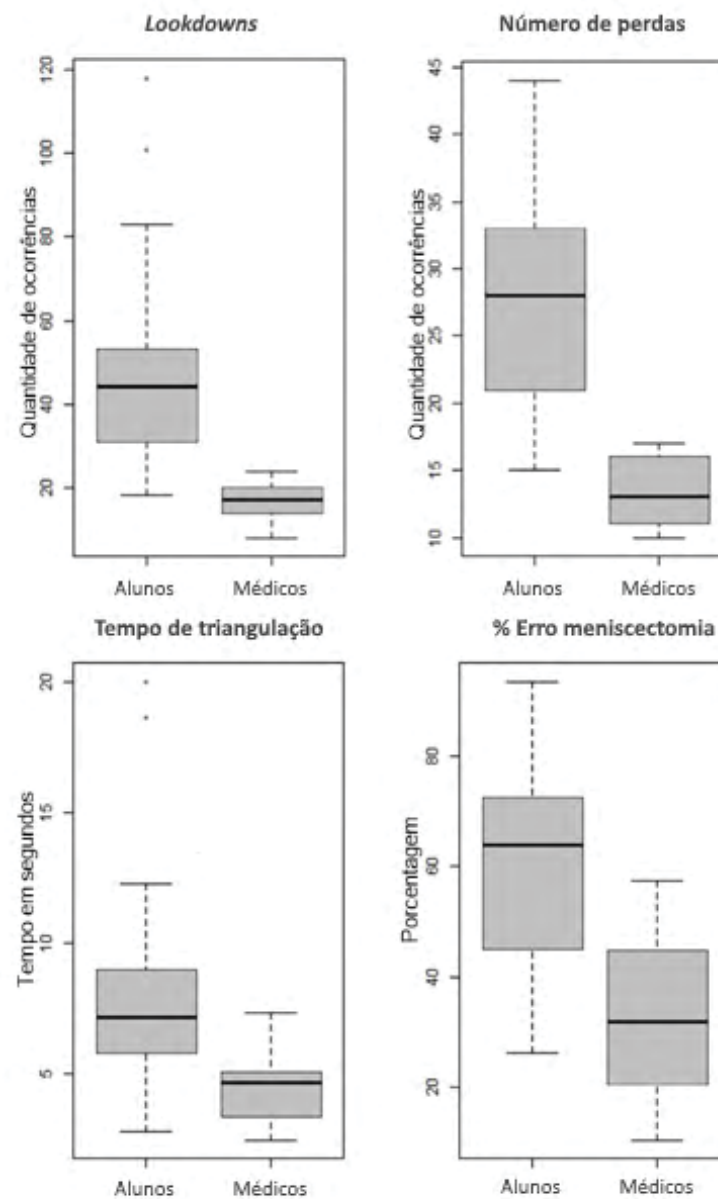
GRÁFICO 1 - TEMPO DO PROCEDIMENTO (EM MINUTOS)



FONTE: O autor (2019).

Abaixo são apresentados *boxplots* que representam graficamente as demais variáveis isoladas que foram mensuradas no estudo (*lookdowns*, número de perdas, tempo de triangulação e porcentagem de erro na meniscectomia), segmentadas por grupo. Neles é possível avaliar a dispersão, máximos, mínimos e valores medianos (representados pela linha preta central). Observa-se que os médicos apresentaram valores médios e medianos menores que alunos nas quatro variáveis demonstradas (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS VISUAIS OBJETIVAS



FONTE: O autor (2019).

3.2 ESTATÍSTICA ANALÍTICA DOS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS

Para comparação dos parâmetros monitorados ao longo do procedimento foi utilizado o teste de t-student. O nível de significância utilizado foi de 5% (TABELA 2).

TABELA 2 - ESTATÍSTICA ANALÍTICA DOS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS

Variável	Grupo	Média (DP)	p-valor
Tempo total	Alunos	9 min 47 s (43 s)	< 0,05
	Médicos	6 min 06 s (1 min 57 s)	
<i>Lookdowns</i>	Alunos	47,00 (22,21)	< 0,05
	Médicos	16,90 (4,95)	
<i>Lookdowns</i> por minuto	Alunos	4,79 (2,22)	< 0,05
	Médicos	2,93 (1,15)	
Número de perdas	Alunos	27,30 (7,79)	< 0,05
	Médicos	13,20 (2,53)	
Perdas por minuto	Alunos	2,80 (0,77)	< 0,05
	Médicos	2,28 (0,53)	
Tempo total das perdas	Alunos	3 min 23 s (1 min 20 s)	< 0,05
	Médicos	1 min 00 s (21 s)	
% Tempo em perda	Alunos	34,43 (13,15)	< 0,05
	Médicos	17,17 (7,53)	
Tempo de triangulação	Alunos	7,80 s (3,71)	< 0,05
	Médicos	4,52 s (1,36)	
% Erro menissectomia	Alunos	59,98 (18,58)	< 0,05
	Médicos	32,62 (14,79)	

FONTE: O autor (2019).

Para todas as variáveis analisadas foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%. Médicos apresentam valores médios menores para todos parâmetros avaliados no procedimento simulado de artroscopia.

3.3 ASSET

Para avaliação das variáveis ASSET foi utilizado o teste estatístico de Wilcoxon. Para todas as competências avaliadas encontramos diferença estatisticamente significativa entre os grupos, ao nível de 5% (TABELA 3).

TABELA 3 - COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS DO ASSET ENTRE ALUNOS E MÉDICOS (VALORES MÉDIOS)

ASSET	Alunos	Médicos	p-valor
Segurança	2,23	3,60	< 0,05
Campo de Visão	2,10	3,70	< 0,05
Destreza com a Câmera	1,87	3,60	< 0,05
Destreza com os Instrumentos	1,87	4,50	< 0,05
Destreza Bimanual	2,27	4,50	< 0,05
Fluidez do Procedimento	1,53	4,30	< 0,05
Qualidade do Procedimento	1,77	3,70	< 0,05
Autonomia	2,20	3,00	< 0,05
Total	15,8	30,90	< 0,05

FONTE: O autor (2019).

3.4 CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E O ASSET

Para comparação dos parâmetros visuais objetivos monitorados e a avaliação através do método ASSET, foi utilizado o teste estatístico de Wilcoxon. Esta comparação teve por objetivo estabelecer a concordância entre a metodologia de avaliação através de parâmetros objetivos e outro método previamente validado (ASSET), estabelecendo assim sua validade concorrente. Nesta avaliação criaram-se dois subgrupos a partir da classificação ASSET: indivíduos avaliados com *score* 3 ou maior em todos os domínios foram designados ao grupo competente, enquanto aqueles que obtiveram algum *score* 1 ou 2 formaram o grupo incompetente. O nível de significância utilizado foi de 5%, tendo sido encontrada diferença estatisticamente significativa em todas as variáveis. (TABELA 4).

TABELA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E O ASSET

Variável	ASSET	Média	p-valor
Tempo total	Incompetente	9 min 48 s	< 0,05
	Competente	6 min 21 s	
<i>Lookdowns</i>	Incompetente	47,72	< 0,05
	Competente	17,73	
<i>Lookdowns</i> por minuto	Incompetente	4,85	< 0,05
	Competente	2,93	
Número de perdas	Incompetente	27,69	< 0,05
	Competente	13,45	
Perdas por minuto	Incompetente	2,83	< 0,05
	Competente	2,23	
Tempo das perdas	Incompetente	3 min 28 s	< 0,05
	Competente	1 min 02 s	
% Tempo perdido	Incompetente	35,09	< 0,05
	Competente	17,00	
Tempo de triangulação	Incompetente	7,89 s	< 0,05
	Competente	4,57 s	
% Erro menissectomia	Incompetente	60,49	< 0,05
	Competente	33,74	

FONTE: O autor (2019).

Foi realizado ainda o cruzamento dos parâmetros visuais objetivos monitorados durante o procedimento com cada um dos domínios isolados avaliados pelo ASSET, de forma individualizada (APÊNDICE 3). Através dos testes aplicados, foi evidenciado, ao nível de 5% de significância, que indivíduos classificados como competentes nos diversos domínios apresentaram melhores valores nos parâmetros objetivos. Evidenciou-se equivalência estatística entre os grupos competente e incompetente apenas para: tempo de triangulação em relação a Segurança, Destreza Bimanual e Autonomia, e perdas por minuto em relação a Destreza com a Câmera e Destreza com os Instrumentos.

3.5 ESCALA DE LIKERT - IMPRESSÕES ACERCA DO SIMULADOR E SUA APLICABILIDADE

As respostas dos participantes, em porcentagem, foram distribuídas conforme apresentado na tabela 5.

TABELA 5 - ESCALA DE LIKERT

	Questão	Discordo Fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Fortemente
Alunos	1. O simulador tem utilidade na formação de alunos de graduação em Medicina?	0	3,33	0	40	56,67
	2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?	0	0	6,67	26,67	66,67
	3. Você gostaria de participar de um curso ou disciplina baseado no treinamento em simulador de videoartroscopia?	3,33	0	20	23,33	53,33
	4. Você estaria disposto a confeccionar pessoalmente um simulador para aprendizagem e treinamento?	3,33	13,33	30	33,33	20
	5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?	20	16,67	30	26,67	6,67
%	1. O simulador tem utilidade no treinamento de cirurgiões iniciantes na área de artroscopia?	0	0	0	0	100
	2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?	0	0	10	30	60
	3. O simulador pode contribuir para o ensino e avaliação de passos e procedimentos cirúrgicos específicos?	0	0	0	20	80
	4. O simulador tem capacidade de avaliar aspectos técnicos como o posicionamento do paciente e acessos cirúrgicos?	0	10	30	20	40
	5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?	10	50	10	30	0

FONTE: O autor (2019).

Há grande concordância entre alunos e médicos quanto a utilidade do simulador para treinamento ou aperfeiçoamento dos profissionais. Aproximadamente 96% dos alunos julgaram que o aparelho é útil para alunos da graduação em medicina, e todos os médicos consideraram que o simulador auxilia cirurgiões iniciantes.

Observa-se que 90% dos médicos e mais de 93% dos alunos consideraram o treinamento em simulador uma atividade prazerosa.

Todos os médicos atestaram que o simulador pode contribuir para o ensino e avaliação de passos e procedimentos cirúrgicos específicos. Mais de 50% dos alunos estariam dispostos a criar um simulador para treinamentos. Dentre os médicos, 60% concordaram que o simulador é capaz de avaliar aspectos técnicos como o posicionamento do paciente e acessos cirúrgicos.

Apenas 30% dos médicos consideraram que o simulador pode substituir treinamentos em cirurgias reais. Este número contrasta com o obtido entre os alunos, onde somente 36,66% afirmaram que o simulador não é capaz de substituir tais práticas.

4 DISCUSSÃO

O método tradicional de ensino em cirurgia, baseado na relação entre mestre e aprendiz através da observação e repetição, foi por muito tempo satisfatório. A complexidade da tecnologia atual, associada a nova dinâmica imposta aos programas de residência médica, aumentaram exponencialmente as demandas sobre o ensino em cirurgia. O rápido desenvolvimento de novas tecnologias faz com que, muitas vezes, os médicos em formação precisem ser treinados em procedimentos frequentemente inexistentes durante o período de residência de seus preceptores. Habitualmente, também, espera-se proficiência em técnicas e procedimentos ainda pouco acessíveis, reforçando o papel da simulação neste tipo de treinamento (HALUCK; KRUMMEL, 2000).

A grande disseminação de cirurgias por vídeo tornou ainda mais evidente a necessidade de melhora nos processos de ensino operatório, a partir do momento em que o ambiente tridimensional e sensações táteis foram substituídos por imagens bidimensionais com percepção de profundidade restrita e poucos estímulos sensoriais. Em um ambiente tão contraintuitivo, é natural que o treinamento em simulação se apresente como alternativa valiosa no desenvolvimento de habilidades correlatas. Através desta ferramenta, pode-se reproduzir inúmeros cenários de um procedimento cirúrgico, permitindo o enfoque em determinados passos ou gestos quantas vezes forem necessários. Os diversos desfechos possíveis podem ser explorados e testados, contribuindo para a melhora do poder decisório do cirurgião sem risco de morbidade aos pacientes (MCDUGALL, 2007).

O modelo de treinamento por simulação apresenta benefícios em termos de custos gerais de saúde e melhora da assistência. Operações realizadas por cirurgiões em treinamento são mais custosas devido ao tempo e materiais utilizados – em um estudo abordando cirurgias para reconstrução do Ligamento Cruzado Anterior, foi estimado um aumento dos custos de aproximadamente R\$ 6.000,00 (valores atualizados) por procedimento quando a cirurgia foi realizada por um residente, devido a um aumento de aproximadamente 50% no tempo cirúrgico (FARNWORTH et al., 2001). Ao permitir o treinamento e aquisição de habilidades previamente à realização do procedimento cirúrgico em si, espera-se que a execução de tarefas em simuladores

diminua o tempo operatório dos médicos em formação, reduzindo assim os custos do procedimento.

Habilidades artroscópicas básicas podem ser adquiridas de forma satisfatória através de treinamentos simulados. A taxa de sucesso neste tipo de treinamento é superior quando comparada a modelos de treinamento baseados em aulas expositivas, leitura ou suporte audio-visual isolados. Tais evidências foram obtidas em estudo utilizando artroscópios comerciais fora de uso e modelos comerciais sintéticos de treinamento em cirurgia do joelho, explicitando a necessidade do barateamento dos custos especialmente em países em desenvolvimento (CANBEYLI et al., 2018). A utilização de modelos simulados de fácil reprodução e baixo custo pode contemplar os mesmos objetivos e colher resultados semelhantes, com apenas uma pequena fração dos gastos.

Ainda que os custos sejam fator motivante na literatura para o desenvolvimento de novos simuladores em artroscopia, os valores relacionados a sua confecção ou aquisição são raramente apresentados (MORGAN et al., 2017). Dois simuladores recentemente descritos na literatura estimaram seu custo de produção em R\$300,00, porém com estrutura e validade aparente muito inferiores ao demonstrado no presente trabalho (COLACO et al., 2016; LOPEZ; MARTIN; WRIGHT, 2016). O simulador desenvolvido tem correspondência direta a um cenário cirúrgico real, com valor de confecção semelhante. O artroscópio confeccionado possui manuseio e qualidade de imagem comparáveis aos instrumentos comerciais, e a percepção visual e tátil dos meniscos e do ambiente articular também se aproximam a um cenário operatório *in vivo*. A exposição clara dos materiais e custos de desenvolvimento aumenta a reprodutibilidade do simulador, permitindo sua disseminação nos mais diversos locais de ensino e treinamento.

De maneira geral, os simuladores de artroscopia de baixo custo encontrados na literatura médica focam na aquisição de habilidades básicas através de tarefas simples (delineamento de formas, mover e empilhar objetos, transpor objetos por dentro de locais específicos, confecção de nós) (AREALIS et al., 2016; COLACO et al., 2016; LOPEZ; MARTIN; WRIGHT, 2016; PERES et al., 2017). Não encontramos na literatura nenhum estudo apresentando um simulador de baixo custo que promova a realização de um procedimento correlato ao real, como a menissectomia proposta no presente trabalho. A principal razão para tal parece ser a ausência de um modelo

acessível e fidedigno da superfície articular e meniscos, como os que foram confeccionados com silicone neste estudo. A possibilidade da reprodução de um procedimento artroscópico de joelho mais próximo ao real permite um treinamento mais focado e específico, além de aumentar a motivação no uso e aceitação do simulador. Em contrapartida, restringe a utilização do simulador no ensino apenas deste rol de procedimentos, criando a necessidade do desenvolvimento de outros modelos simulados em programas mais abrangentes de treinamento.

Os artroscópios simulados acessíveis descritos em estudos prévios apresentam espessura e manuseio muito distintos do instrumento real, frequentemente utilizando câmeras tipo *webcam* ou câmeras automotivas de frente ou ré (AREALIS et al., 2016; DEBES et al., 2010). Ainda que estes tenham capacidade de avaliação de habilidades básicas similar aos modelos comerciais, seu papel no treinamento fica limitado pela grande diferença entre o simulador e o artroscópio propriamente dito (CHUNG et al., 2005). Para contornar esta situação, outros trabalhos realizaram os procedimentos simulados utilizando câmeras artroscópicas comerciais, o que se mostra inoportuno num cenário de contenção de gastos e recursos limitados (CANBEYLI et al., 2018; NEWMARK et al., 2007). Devido ao seu alto custo e baixa durabilidade, a utilização de artroscópios comerciais em treinamento (especialmente em grandes grupos ou com indivíduos de pouca experiência) se mostra inviável; outros instrumentos como o *probe* e a pinça *Basket*, porém, possuem custos muito inferiores e permitem a realização de incontáveis procedimentos sem avarias, motivos pelos quais estes instrumentos originais foram mantidos no presente trabalho.

As limitações quanto ao aspecto e manuseio dos simuladores de baixo custo previamente descritos na literatura pôde ser superada no presente estudo através do uso de uma câmera endoscópica para celulares e computadores, que devido ao seu pequeno diâmetro e grande maleabilidade permitiu sua adaptação no interior de um tubo metálico estreito. Obteve-se assim um instrumento de espessura e empunhadura semelhante aos artroscópios comerciais. Ao propiciar o treinamento com instrumental próximo ao real, as habilidades adquiridas no simulador são mais facilmente transportadas para o centro cirúrgico, além de melhorar a percepção e motivação dos participantes em realizar a atividade proposta. A única diferença relevante entre o modelo desenvolvido e um artroscópio comercial foi a ausência da rotação da ótica.

Esta diferença se deu pelo fato de que, em artroscópios comerciais, o conjunto de lentes da ótica é acoplada na câmera de captação, permitindo a rotação de uma sobre a outra, o que não é possível com a câmera endoscópica.

A escolha por caixas de treinamento simulado em detrimento de simuladores virtuais tem como diferencial a possibilidade de reprodução do *feedback* tátil dos instrumentos e tecidos manipulados, o que é de difícil obtenção nos modelos de realidade virtual (DEBES et al., 2010; NEWMARK et al., 2007). No presente trabalho, tal perspectiva é ampliada pelo uso de meniscos em silicone, que reproduzem de forma bastante fidedigna a forma, textura e rigidez do tecido biológico original.

Enquanto o uso de simuladores tem seu uso consolidado como uma ferramenta de ensino, seu papel na avaliação de competências ainda apresenta alguma controvérsia. Para ser utilizado com este fim, é necessário que sua validação seja feita de forma extensa e objetiva, evidenciando que as habilidades apresentadas no simulador tem correlação fidedigna com a performance operatória real (REBOLLEDO et al., 2015; TORKINGTON et al., 2001). Desta forma, a validação do simulador com critérios objetivos e reprodutíveis é passo fundamental para sua aplicação em metodologias de ensino e treinamento de cirurgiões em formação. No presente estudo, foi realizada a correlação entre a performance no simulador e a habilidade cirúrgica, ao comparar indivíduos com diferentes níveis de experiência. A avaliação objetiva de competências pode exigir uma correlação mais direta entre habilidade cirúrgica e desempenho no simulador, a qual deve motivar a realização de novos estudos com desenho específico para este fim.

Ainda que existam na literatura tentativas de padronização dos estudos de validação de simuladores, as abordagens adotadas pelos diversos autores é bastante heterogênea. Não existe uniformidade na forma de transmissão de informações e familiarização com os sistemas em questão, nem nos critérios de escolha das perguntas dos questionários de validade aparente. Está estabelecido, porém, que para aplicações mais relevantes do simulador (como a seleção de indivíduos para programas de treinamento ou certificação de proficiência), a validade concorrente deve ser atestada para os módulos e desfechos em questão (CARTER et al., 2005).

Em uma revisão sistemática sobre ferramentas de ensino em ortopedia baseadas em simulação, observou-se que apenas 67% dos estudos descrevendo simuladores apresentaram ao menos um método de validação. Destes,

aproximadamente 60% tentaram comprovar validade de constructo, enquanto aproximadamente 47% objetivaram demonstrar validade aparente. Pôde-se observar também a grande relevância do ensino simulado em artroscopia de joelho, a partir do momento em que aproximadamente 44% dos estudos contemplaram esta modalidade de simulação (MORGAN et al., 2017).

No presente trabalho, a principal metodologia de validação escolhida foi a validade de constructo, ao promover a realização de um procedimento artroscópico simulado e comparar os resultados entre médicos ortopedistas com experiência em artroscopia e alunos sem contato prévio com tal procedimento. Além disso, foi possível realizar inferência quanto a validade aparente e de conteúdo, através das escalas de Likert aplicadas em ambos os grupos. Por fim, a metodologia de avaliação com parâmetros visuais objetivos foi testada através da validade concorrente, quando foram comparados seus resultados com aqueles obtidos através da aplicação da metodologia ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*). Resultados estatisticamente significativos foram obtidos em todas as modalidades, demonstrando que o simulador é capaz de avaliar habilidades cirúrgicas em artroscopia de joelho.

Analisando os diferentes estudos de validação de simuladores de artroscopia de joelho na literatura, o número médio de participantes avaliados foi de apenas 24. Em sua maioria, o baixo número de variáveis avaliadas, a falta de um grupo controle definido e a metodologia simples de análise dificultou a diferenciação entre os grupos, comprometendo a validação. Tratando-se especificamente de simuladores de baixo custo, de maneira geral apenas parâmetros simples como tempo e acurácia foram considerados (COLACO et al., 2016; HETAIMISH; ELBADAWI; AYENI, 2016; LOPEZ; MARTIN; WRIGHT, 2016). No presente trabalho, a utilização de diversos parâmetros visuais objetivos de análise, associados a uma escala de avaliação de metodologia padronizada, trouxe maior consistência e significância aos resultados apresentados.

O tempo para a realização de uma tarefa é a métrica mais uniforme para comparação de habilidades, sendo o parâmetro mais utilizado nos estudos de análise de performance artroscópica (CANNON et al., 2014; SLADE SHANTZ et al., 2014; WATERMAN et al., 2016). Desta forma, no presente estudo este critério também foi considerado, demonstrando a capacidade do simulador em diferenciar os grupos analisados. Para a realização da atividade proposta, obteve-se tempo em média 60% superior no grupo de alunos em relação ao grupo de artroscopistas. Tal achado é

semelhante a outros trabalhos de validação (BRAMAN et al., 2015; CANNON et al., 2014), porém como o tempo para realização é proporcional a quantidade e complexidade das tarefas exigidas no teste, a falta de padronização impede a comparação direta com outros estudos.

Os parâmetros visuais objetivos adotados foram escolhidos de acordo com estudos de validação previamente publicados (ALVAND et al., 2012; HOWELLS et al., 2008). Tais parâmetros deveriam ser simples, de fácil observação e interpretação, possíveis de serem coletados em ambiente cirúrgico e fortemente correlacionados com métodos validados e atuais de avaliação de habilidades. Seguindo esta premissa, foram determinados o número de perdas de instrumento, tempo de triangulação e prevalência de olhares abaixo (*lookdowns*). Todos obtiveram resultados estatisticamente significativos entre as amostras, corroborando a validade de constructo do simulador. Para corrigir o viés do tempo de realização da atividade e permitir a comparação futura entre tarefas diferentes, os valores foram registrados tanto em termos absolutos como corrigidos pelo tempo de realização do teste. Não encontramos na literatura outro estudo de validação que tenha realizado tal padronização, limitando assim a correlação entre os dados obtidos e outros trabalhos. O único parâmetro comparável é o tempo de triangulação – no presente trabalho, alunos necessitaram de tempo em média 72,5% maior para realizar a triangulação, enquanto que em estudo semelhante alunos precisaram de tempo sete vezes maior (ALVAND et al., 2012). O estudo citado, porém, exigiu apenas a realização de uma artroscopia diagnóstica simples, fazendo com que poucas triangulações fossem necessárias para completar a tarefa. Desta forma, impediu-se o processo de aprendizagem dentro da própria atividade, justificando a discrepância nos valores encontrados. A prevalência de olhares abaixo foi utilizada previamente em um estudo de validação de um simulador de ombro (COLACO et al., 2016), porém a simplicidade da tarefa e o fato da caixa do simulador ser semi-opaca podem ter causado a ausência de diferença significativa entre os grupos.

Para maior precisão e objetividade na avaliação da performance na meniscectomia, foi mensurada a área retirada dos meniscos através de imagens digitalizadas e analisadas em software específico. Desta forma, foi calculada a porcentagem de erro no procedimento, ou seja, a quantidade de tecido indevidamente retirado ou mantido. Não obstante a capacidade do simulador em permitir a realização

de procedimentos específicos e diretamente relacionados a prática do artroscopista (tal qual a meniscectomia), tal metodologia de análise permitiu a avaliação dos resultados de forma objetiva, precisa e impessoal. Não encontramos na literatura outro simulador de baixo custo que combine tais características. Alunos obtiveram taxa de erro aproximadamente duas vezes maior do que artroscopistas, evidenciando a diferença entre os grupos. Ainda assim, a taxa de erro dos médicos com experiência neste tipo de procedimento foi de aproximadamente 32%, o que poderia inferir um grau elevado de imprecisão na realização de meniscectomias reais, ou um alto grau de exigência do sistema de avaliação aplicado.

Tratando-se de simuladores comerciais de maior custo e os de realidade virtual, outros parâmetros objetivos diretos podem ser avaliados. Tais dispositivos permitem, por exemplo, a quantificação da distância percorrida pelos instrumentos, a quantidade de colisões dos instrumentos com a cartilagem, a força aplicada na articulação durante o procedimento e a distância percorrida pela mão do cirurgião (KIRBY et al., 2015; STROM et al., 2004; TASHIRO et al., 2009). Nos simuladores de baixo custo tais análises não podem ser realizadas, em decorrência dos altos custos dos sensores necessários para sua obtenção. Sua ausência, porém, pôde ser suplantada pelos parâmetros previamente apresentados, sem prejuízo para a qualidade da análise.

É importante destacar que além dos parâmetros objetivos explorados pelos simuladores, existem diversas outras habilidades de caráter não técnico que tem relação direta com o resultado cirúrgico. Neste contexto, pode-se citar a consciência situacional, comunicação, trabalho em equipe, poder de decisão e liderança (YULE et al., 2008). Em um cenário de substituição da prática em centro cirúrgico por ambientes de simulação, a inclusão de elementos externos ao procedimento em si devem ser considerados para uma formação mais completa e abrangente dos indivíduos em treinamento.

Os participantes também foram submetidos a análise através da metodologia ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*). Dentre os diversos sistemas de avaliação disponíveis na literatura, este foi selecionado por seu desenho específico para procedimentos artroscópicos, fácil aplicabilidade e abordagem ampla dos diversos domínios empregados nos procedimentos cirúrgicos (KOEHLER et al., 2013; MIDDLETON et al., 2016). Além disso, sua comprovada validade e confiabilidade

permitiram a validação tanto do simulador desenvolvido como da metodologia de análise empregada. Em todos os oito domínios avaliados, bem como a pontuação total, obteve-se diferenças estatisticamente significativas entre médicos artroscopistas e alunos, complementando a validade de constructo do simulador através desta forma de análise.

O processo de avaliação através de parâmetros visuais objetivos, apesar de previamente abordado em outros estudos, ainda não constitui uma metodologia padronizada e validada. Desta forma, tornou-se oportuna a validação não só do simulador, mas também da metodologia de avaliação empregada. A estratégia utilizada foi a validação por concorrência, através da comparação entre os parâmetros visuais objetivos avaliados e o desempenho em outra metodologia previamente validada - a ferramenta ASSET. Para a realização desta correlação, foram criados dois grupos de proficiência baseados na pontuação total obtida no ASSET. Assim, foram considerados “competentes” os indivíduos que obtiveram graduação de 3 ou mais em cada um dos domínios avaliados, conforme estabelecido pelos autores da ferramenta, enquanto aqueles que obtiveram algum *score* 1 ou 2 formaram o grupo incompetente (KOEHLER et al., 2015). Todos os parâmetros objetivos avaliados obtiveram correlação significativa com a pontuação do ASSET, validando-se de forma concorrente a metodologia de avaliação empregada. O cruzamento entre os diversos domínios individualizados e os parâmetros objetivos também demonstrou, de maneira geral, forte correlação entre as variáveis, salvo exceções possivelmente relacionadas a divergência entre as habilidades avaliadas (por exemplo, Segurança *versus* Tempo de Triangulação) ou pelo número de indivíduos avaliados. A validação da metodologia de análise através de parâmetros objetivos é passo importante para sua aplicação na avaliação de alunos e cirurgiões em formação, tanto em procedimentos simulados como em cirurgias reais, se apresentando como uma forma fidedigna e padronizada para análise de performance.

O simulador descrito apresentou grande aceitação, tanto pelos alunos como pelos médicos artroscopistas. Mais de 90% dos indivíduos consideraram o instrumento útil para ensino e treinamento, concordaram com sua contribuição no ensino e avaliação de passos e procedimentos específicos e atestaram que a atividade desenvolvida foi prazerosa. Tal resultado reforça o aspecto lúdico dos simuladores que, devido ao entretenimento inerente ao seu uso, frequentemente são

considerados mais interessantes que aulas expositivas, aumentando assim a adesão ao aprendizado (METERISSIAN et al., 2007). A disponibilidade de parcela significativa dos alunos em confeccionar um simulador reforça a relevância dos simuladores de alta reprodutibilidade, já que permitem que o indivíduo possua uma versátil ferramenta de treinamento em sua casa. Propicia-se, desta forma, a aplicação de uma prática deliberada contínua, considerando que a diluição do treinamento ao longo do tempo apresenta melhores resultados do que a condensação do mesmo em poucas sessões (KAHOL et al., 2009; MOULTON et al., 2006). Os resultados, além de demonstrarem a aceitação e aplicabilidade do simulador, também sugerem sua adequada validade de face e conteúdo, indicando que o mesmo representa o que deveria representar e ensina o que deveria ensinar.

A avaliação da capacidade do simulador em substituir cirurgias reais demonstra uma mudança de paradigmas no ensino médico. Entre os médicos avaliados, 60% discordaram desta possibilidade de substituição, opinião que foi compartilhada por apenas 37% dos alunos. Observa-se desta forma uma maior resistência por parte dos médicos na utilização de simuladores em detrimento da realização de procedimentos reais, enquanto entre os alunos esta nova metodologia de ensino encontra maior aceitação. Tal constatação deve ser levada em consideração nas estratégias de treinamento utilizadas nas escolas médicas, observando o protagonismo e anseios dos profissionais em formação.

O aspecto de continuidade no treinamento é de fundamental importância na aquisição e manutenção de habilidades. Por um lado, não importa em qual dispositivo o indivíduo treine, desde que este seja eficiente em encurtar a curva de aprendizado (AGGARWAL et al., 2006). Por outro, o efeito da simulação em aumentar as habilidades é perdido caso estas não sejam frequentemente estimuladas (DUNN et al., 2015). Assim, a perspectiva da disseminação de um simulador de baixo custo e fácil confecção pode ampliar em grande monta a qualidade do ensino em artroscopia, especialmente em países em desenvolvimento e serviços com poucos recursos financeiros. Tal melhora pode ser obtida ao possibilitar o treinamento contínuo e a repetição de tarefas, com fim de desenvolver as habilidades psicomotoras dos profissionais em formação.

O simulador desenvolvido cumpriu uma série de premissas. O mesmo possui custo de confecção baixo (a meta inicial estabelecida foi de R\$400,00, valor

posteriormente reduzido em aproximadamente 25%), foi produzido com materiais simples encontrados facilmente em lojas de construção e comércio eletrônico, e apresenta baixa dificuldade de reprodução, permitindo seu uso nos mais diversos locais e contextos. Seu uso é intuitivo e diretamente relacionado a um procedimento real, potencializando o treinamento e motivando o aprendiz. Suas partes são duráveis, de rápida montagem e fácil armazenamento, auxiliando na logística de uso. A troca da superfície articular de silicone entre os procedimentos é simples e ágil, permitindo rápido rodízio entre os participantes. A metodologia de avaliação é objetiva, de fácil replicação e adequadamente validada, permitindo o fornecimento de sólido feedback aos alunos quanto ao seu desempenho e propiciando uma análise ampla e imparcial pelos avaliadores. Os procedimentos simulados são focados nas necessidades do aluno e promovem seu protagonismo, ainda que permitam a orientação e participação direta de instrutores para ampliar as possibilidades de ensino.

O presente estudo possui limitações. O número de médicos artroscopistas participantes no estudo foi limitado pela quantidade de profissionais disponíveis. Não foi incluído um grupo de experiência intermediário (por exemplo, residentes em ortopedia), portanto a progressão das habilidades não foi mensurada. A aferição da confiabilidade do simulador não foi realizada, já que a realização de um único procedimento para cada indivíduo não permitiu a confirmação da consistência dos resultados em múltiplas ocasiões. A validade de face e conteúdo foi inferida apenas por questionamentos em escala de Likert, não tendo sido utilizada metodologia mais específica para tal fim (como, por exemplo, a técnica Dephi, onde se busca o consenso entre diversos especialistas através de turnos sequenciais de questionários). Por fim, não foi avaliada a aquisição de habilidades através do uso do simulador, motivando estudos futuros sobre sua aplicabilidade no treinamento de cirurgiões em formação.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que:

1. O simulador de artroscopia de joelho permitiu a diferenciação entre alunos e médicos artroscopistas, demonstrando validade de constructo. Foi evidenciado que alunos necessitaram de tempo em média 60% superior para a realização da atividade e obtiveram taxa de erro aproximadamente duas vezes maior na análise da área removida dos meniscos;
2. A metodologia empregada para a avaliação objetiva de performance cirúrgica em artroscopia de joelho apresentou relação direta com a ferramenta ASSET (*Arthroscopic Knee Skill Scoring System*), demonstrando validade concorrente;
3. O simulador foi amplamente aceito por mais de 90% dos participantes, os quais atestaram seu papel no ensino e treinamento de cirurgiões em formação.

REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, R. et al. A competency-based virtual reality training curriculum for the acquisition of laparoscopic psychomotor skill. **American Journal of Surgery**, v. 191, n. 1, p. 128–133, 2006.
- ALVAND, A. et al. Identifying orthopaedic surgeons of the future: The inability of some medical students to achieve competence in basic arthroscopic tasks despite training: a randomised study. **The Bone & Joint Journal**, v. 93–B, n. 12, p. 1586–1591, 2011.
- ALVAND, A. et al. Simple Visual Parameters for Objective Assessment of Arthroscopic Skill. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American volume)**, v. 94, n. 13, p. e97 1, 2012.
- AREALIS, G. et al. How to Build Your Simple and Cost-effective Arthroscopic Skills Simulator. **Arthroscopy Techniques**, v. 5, n. 5, p. e1039–e1047, 2016.
- ATESOK, K. et al. Retention of Skills After Simulation-based Training in Orthopaedic Surgery. **JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 24, n. 8, p. 505–514, 2016.
- BIGONY, L. Arthroscopic surgery: a historical perspective. **Orthopedic Nursing**, v. 27, n. 6, p. 346–349, 2008.
- BRAMAN, J. P. et al. Development and validation of a basic arthroscopy skills simulator. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 31, n. 1, p. 104–112, 2015.
- BRIDGES, M.; DIAMOND, D. L. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. **American Journal of Surgery**, v. 177, n. 1, p. 28–32, 1999.
- BUTLER, A. et al. 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 (American volume)**, v. 95, n. 3, p. e15(1-8), 6 fev. 2013.
- CAMP, C. L. et al. Improving Resident Performance in Knee Arthroscopy: A Prospective Value Assessment of Simulators and Cadaveric Skills Laboratories. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American volume)**, v. 98, n. 3, p. 220–5, 3 fev. 2016.
- CANBEYLI, İ. et al. Comparison of bench-top simulation versus traditional training models in diagnostic arthroscopic skills training. **Eklem Hastalik Cerrahisi**, v. 29, n. 3, p. 130–138, 2018.
- CANNON, W. D. et al. Evaluation of skill level between trainees and community orthopaedic surgeons using a virtual reality arthroscopic knee simulator. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American volume)**, v. 96, n. 7, p. e57, 2 abr. 2014.

CARR, A. J. et al. Advances in arthroscopy - Indications and therapeutic applications. **Nature Reviews Rheumatology**, v. 11, n. 2, p. 77–85, 2015.

CARTER, F. J. et al. Consensus guidelines for validation of virtual reality surgical simulators. **Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques**, v. 19, n. 12, p. 1523–1532, 2005.

CHENG, H. et al. Prolonged operative duration is associated with complications : a systematic review and. **Journal of Surgical Research**, v. 229, p. 134–144, 2018.

CHIKWE, J.; DE SOUZA, A.; PEPPER, J. No time to train the surgeons. **British Medical Journal**, v. 328, n. February, p. 418–419, 2004.

CHUNG, S. Y. et al. Laparoscopic skills training using a webcam trainer. **The Journal of Urology**, v. 173, n. 1, p. 180–183, 2005.

COLACO, H. B. et al. Construct Validity , Assessment of the Learning Curve , and Experience of Using a Low-Cost Arthroscopic Surgical Simulator. **Journal of Surgical Education**, v. 74, n. 1, p. 47–54, 2016.

CULLEN, K. A.; HALL, M. J.; GOLOSINSKIY, A. Ambulatory Surgery in the United States, 2006. **National Health Statistics Reports**, n. 11, 2009.

DAWE, S. R. et al. Systematic review of skills transfer after surgical simulation-based training. **British Journal of Surgery**, p. 1063–1076, 2014.

DEBES, A. J. et al. A tale of two trainers: virtual reality versus a video trainer for acquisition of basic laparoscopic skills. **American Journal of Surgery**, v. 199, n. 6, p. 840–845, 2010.

DUNKIN, B. et al. Surgical simulation : a current review. **Journal of Surgical Education**, p. 357–366, 2007.

DUNN, J. C. et al. Arthroscopic Shoulder Surgical Simulation Training Curriculum: Transfer Reliability and Maintenance of Skill over Time. **Journal of Surgical Education**, v. 72, n. 6, p. 1118–1123, 2015.

FARNWORTH, L. R. et al. A comparison of operative times in arthroscopic ACL reconstruction between orthopaedic faculty and residents: the financial impact of orthopaedic surgical training in the operating room. **The Iowa Orthopaedic Journal**, v. 21, n. 505, p. 31–35, 2001.

FELDMAN, M. D. et al. Arthroscopic Training in the 21st Century: A Changing Paradigm. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 33, n. 11, p. 1913–1915, 2017.

FONSECA, A. L. et al. Graduating general surgery resident operative confidence : perspective from a national survey. **Journal of Surgical Research**, v. 190, n. 2, p. 419–428, 2014.

FRANK, R. M. et al. Utility of modern arthroscopic simulator training models.

Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, v. 30, n. 1, p. 121–33, jan. 2014.

GANDHI, M.; ANDERTON, M.; FUNK, L. Arthroscopic Skills Acquisition Tools: An Online Simulator. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 31, n. 9, p. 1671–1679, 2015.

GRAAFLAND, M.; SCHRAAGEN, J.; SCHIJVEN, M. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. **British Journal of Surgery**, p. 1322–1330, 2012.

HALL, J. C.; ELLIS, C.; HAMDORF, J. Surgeons and cognitive processes. **The British Journal of Surgery**, v. 90, n. 1, p. 10–6, jan. 2003.

HALUCK, R.; KRUMMEL, T. Computers and Virtual Reality for Surgical Education in the 21st Century. **The Archives of Surgery**, v. 135, n. July, 2000.

HETAIMISH, B.; ELBADAWI, H.; AYENI, O. R. Evaluating Simulation in Training for Arthroscopic Knee Surgery: A Systematic Review of the Literature. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 32, n. 6, p. 1207–1220e1, 2016.

HODGINS, J. L.; VEILLETTE, C. Arthroscopic proficiency: methods in evaluating competency. **BMC medical education**, v. 13, n. August 2016, p. 61, 2013.

HOWELLS, N. R. et al. Motion Analysis: A Validated Method for Showing Skill Levels in Arthroscopy. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 24, n. 3, p. 335–342, 2008.

INSEL, A. et al. The development of an objective model to assess arthroscopic performance. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American volume)**, v. 91, n. 9, p. 2287–2295, 2009.

JACKSON, R. W. Quo venis quo vadis: The evolution of arthroscopy. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 15, n. 6, p. 680–685, 1999.

JAMIESON, S. Likert Scales: How to Abuse Them. **Medical Education**, v. 38, n. 12, p. 1217–1218, 2004.

KAHOL, K. et al. Effect of Short-Term Pretrial Practice on Surgical Proficiency in Simulated Environments: A Randomized Trial of the “Preoperative Warm-Up” Effect. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 208, n. 2, p. 255–268, 2009.

KENNEDY, A. M. et al. Video Gaming Enhances Psychomotor Skills But Not Visuospatial and Perceptual Abilities. **Journal of Surgical Education**, v. 68, n. 5, p. 414–420, 2011.

KIRBY, G. S. et al. Assessing Arthroscopic Skills Using Wireless Elbow-Worn Motion Sensors. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)**, v. 97, p. 1119–27, 2015.

KOEHLER, R. et al. Assessing Diagnostic Arthroscopy Performance in the Operating

Room Using the Arthroscopic Surgery Skill Evaluation Tool (ASSET). **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 31, n. 12, p. 2314–2319, 1 dez. 2015.

KOEHLER, R. J. et al. The Arthroscopic Surgical Skill Evaluation Tool (ASSET). **The American Journal of Sports Medicine**, v. 41, n. 6, p. 1229–37, jun. 2013.

LOPEZ, G.; MARTIN, D. F.; WRIGHT, R. Construct Validity for a Cost- effective Arthroscopic Surgery Simulator for Resident Education. **JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, p. 886–894, 2016.

LYNCH, J.; AUGHWANE, P.; HAMMOND, T. M. Video Games and Surgical Ability: A Literature Review. **Journal of Surgical Education**, v. 67, n. 3, p. 184–189, 2010.

MABREY, J. D. et al. Virtual reality simulation of arthroscopy of the knee. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 18, n. 6, 2002.

MABREY, J. D. et al. Surgical Simulation in Orthopaedic Skills Training. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v. 20, p. 410–422, 2012.

MARTIN, J. A. et al. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. **The British Journal of Surgery**, v. 84, n. 2, p. 273–278, fev. 1997.

MARTIN, K. D.; PATTERSON, D. P.; CAMERON, K. L. Arthroscopic Training Courses Improve Trainee Arthroscopy Skills: A Simulation-Based Prospective Trial. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, 7 dez. 2016.

MCDOUGALL, E. M. Validation of Surgical Simulators. **Journal of Endourology**, v. 21, n. 3, p. 244–247, 2007.

MCGAGHIE, W. C. et al. Does Simulation-Based Medical Education With Deliberate Practice Yield Better Results Than Traditional Clinical Education? A Meta-Analytic Comparative Review of the Evidence. **Academic Medicine**, v. 86, n. 6, p. 706–711, 2011.

METERISSIAN, S. et al. Games as teaching tools in a surgical residency Games as teaching tools in a surgical residency. **Medical Teacher**, n. 2007, p. 3–6, 2007.

MILCENT, P. A. A. et al. Um simulador de artroscopia de joelho acessível. **Revista Brasileira de Educação Médica**, 2019. No prelo.

MIDDLETON, R. M. et al. Which Global Rating Scale?: A Comparison of the ASSET, BAKSSS, and IGARS for the Assessment of Simulated Arthroscopic Skills. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American volume)**, v. 98, n. 1, p. 75–81, 2016.

MORGAN, M. et al. Current Status of Simulation-based Training Tools in Orthopedic Surgery: A Systematic Review. **Journal of Surgical Education**, v. 74, n. 4, p. 698–716, 2017.

MOULTON, C. A. E. et al. Teaching surgical skills: What kind of practice makes perfect? A randomized, controlled trial. **Annals of Surgery**, v. 244, n. 3, p. 400–407,

2006.

NEWMARK, J. et al. Correlating virtual reality and box trainer tasks in the assessment of laparoscopic surgical skills. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 197, n. 5, p. 1–4, 2007.

OLSON, T. et al. Is there a Valid and Reliable Assessment of Diagnostic Knee Arthroscopy Skill ? **Clinical Orthopaedics and Related Research**, p. 1670–1676, 2013.

PEDOWITZ, R. A.; ESCH, J.; SNYDER, S. Evaluation of a virtual reality simulator for arthroscopy skills development. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 18, n. 6, 2002.

PERES, L. et al. A new simulator model for knee arthroscopy procedures. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 25, n. 10, p. 3076–3083, 2017.

REBOLLEDO, B. J. et al. Arthroscopy Skills Development With a Surgical Simulator. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 6, p. 1526–1529, 2015.

REZNICK, R. K. Teaching and testing technical skills. **The American Journal of Surgery**, v. 165, n. 3, p. 358–361, 1993.

SCHLICKUM, M. K. et al. Systematic video game training in surgical novices improves performance in virtual reality endoscopic surgical simulators: A prospective randomized study. **World Journal of Surgery**, v. 33, n. 11, p. 2360–2367, 2009.

SEYMOUR, N. E. et al. Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. **Annals of Surgery**, v. 236, n. 4, p. 458–63; discussion 463–4, 2002.

SLADE SHANTZ, J. et al. The internal validity of arthroscopic simulators and their effectiveness in arthroscopic education. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, 2014.

SLADE SHANTZ, J. A. et al. Validation of a global assessment of arthroscopic skills in a cadaveric knee model. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 29, n. 1, p. 106–112, jan. 2013.

STEFANIDIS, D.; ACKER, C.; HENIFORD, B. T. Proficiency-Based Laparoscopic Simulator Training Leads to Improved Operating Room Skill That Is Resistant to Decay. **Surgical Innovation**, p. 69–73, 2008.

STROM, P. et al. Training in tasks with different visual-spatial components does not improve virtual arthroscopy performance. **Surgical Endoscopy**, p. 115–120, 2004.

TASHIRO, Y. et al. Evaluation of skills in arthroscopic training based on trajectory and force data. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 467, n. 2, p. 546–552, 2009.

THOMAS, G. W. et al. A review of the role of simulation in developing and assessing

orthopaedic surgical skills. **The Iowa Orthopaedic Journal**, v. 34, p. 181–9, 2014.

TOFTE, J. N. et al. Knee, Shoulder, and Fundamentals of Arthroscopic Surgery Training: Validation of a Virtual Arthroscopy Simulator. **Arthroscopy - The Journal of Arthroscopic and Related Surgery**, v. 33, n. 3, p. 641–646.e3, 2017.

TORKINGTON, J. et al. Skill transfer from virtual reality to a real laparoscopic task. **Surgical Endoscopy**, p. 1076–1079, 2001.

TREUTING, R. Minimally invasive orthopedic surgery: arthroscopy. **The Ochsner Journal**, v. 2, n. 3, p. 158–163, jul. 2000.

UNALAN, P. C. et al. A basic arthroscopy course based on motor skill training. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 18, n. 10, p. 1395–1399, 2010.

VAN NORTWICK, S. S. et al. Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. **Surgery**, v. 147, n. 5, p. 622–630, 2010.

VARLEY, M. et al. Prospective randomized assessment of acquisition and retention of SILS skills after simulation training. **Surgical Endoscopy**, p. 113–118, 2015.

VASSILIOU, M. C. et al. A global assessment tool for evaluation of intraoperative laparoscopic skills. **The American Journal of Surgery**, v. 190, n. 1, p. 107–113, 2005.

WATERMAN, B. R. et al. Simulation Training Improves Surgical Proficiency and Safety During Diagnostic Shoulder Arthroscopy Performed by Residents. **Orthopedics**, v. 39, n. 3, p. 1–7, 2016.

XIAO, D. et al. Face , Content , and Construct Validity of a Novel Portable Ergonomic Simulator for Basic Laparoscopic Skills. **Journal of Surgical Education**, v. 71, n. 1, p. 65–72, 2014.

YULE, S. et al. Surgeons' non-technical skills in the operating room: Reliability testing of the NOTSS behavior rating system. **World Journal of Surgery**, v. 32, n. 4, p. 548–556, 2008.

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

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

Eu, tendo sido convidado(o,a) a participar como voluntário(o,a) do estudo **Desenvolvimento de modelos de baixo custo para treinamento de artroscopia**, recebi dos pesquisadores Paul André Alain Milcent, Leonardo Dau e/ou Edmar Stievens Filho, , responsáveis por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Este estudo tem como objetivo validar um simulador desenvolvido para o treino de artroscopia. Comprovando a capacidade de reproduzir o artroscópico articular, assim como emular as habilidades necessárias para a cirurgia artroscópica.

Este estudo iniciará em abril de 2017, terminará em abril de 2019 e será um estudo prospectivo. Fui convidado para participar como sujeito de estudo e receberei treinamento baseado em simulação por orientação direta, por vídeo e escrita. Após a orientação realizarei atividades práticas em simulador de artroscopia. Não haverá risco direto a minha saúde física ou mental. Participando deste estudo estarei contribuindo de forma direta para a melhora do ensino médico em meu meio e indiretamente na melhora da qualidade dos serviços prestados aos pacientes. Sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo e serei informado sobre o resultado final da pesquisa. A qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

As informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto. Não haverá nenhuma despesa para o participante e não haverá ressarcimento de eventuais despesas com transporte e/ou tempo gasto para o treinamento.

Após meu consentimento receberei uma via deste Termo.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço d(o,a) participante-voluntári(o,a)

Domicílio:

Telefone contato:

Contato em caso de urgência:

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

Nome: Paul André Alain Milcent

Telefone (041)99144-1604

Endereço: Alameda Presidente Taunay, 1091 – Ap. 74. Bigorriho. Curitiba/PR
Universidade Federal do Paraná

Nome: Leonardo Dau

Telefone (041)98882-4355

Endereço: Rua Herculano Carlos Franco de Souza, 438. Agua Verde. Curitiba/PR
Hospital do Trabalhador e Universidade Federal do Paraná**ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:****Comitê de Ética em Pesquisa da SESA-HT**

Av. República Argentina, 4406

81.050-000 - Curitiba - PR

E-mail: cep.ht@sesa.pr.gov.br

Fone: (41) 3212-5871

Curitiba,

Assinatura d(o,a) voluntári(o,a)

(Rubricar as demais páginas)

Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo

(Rubricar as demais páginas)

APÊNDICE 2 - QUESTIONÁRIO DEMOGRÁFICO E DE IMPRESSÕES ACERCA DO PROCEDIMENTO

Nome								
Sexo	M	F	Data de Nascimento	/ /				
Grupo	I (Aluno)	II (Médico)	Anos de experiência (somente grupo II)					
Avaliação de impressões e aplicabilidade (Escala de Likert – após o procedimento) GRUPO I				Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente
1. O simulador tem utilidade na formação de alunos de graduação em Medicina?								
2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?								
3. Você gostaria de participar de um curso ou disciplina baseado no treinamento em simulador de videoartroscopia?								
4. Você estaria disposto a confeccionar pessoalmente um simulador para aprendizagem e treinamento?								
5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?								
Avaliação de impressões e aplicabilidade (Escala de Likert – após o procedimento) GRUPO II				Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente
1. O simulador tem utilidade no treinamento de cirurgiões iniciantes na área de artroscopia?								
2. O treinamento em simulador é uma atividade motivante/prazerosa?								
3. O simulador pode contribuir para o ensino e avaliação de passos e procedimentos cirúrgicos específicos?								
4. O simulador tem capacidade de avaliar aspectos técnicos como o posicionamento do paciente e acessos cirúrgicos?								
5. O simulador pode substituir o treinamento em cirurgias reais?								

APÊNDICE 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS VISUAIS OBJETIVOS E OS DOMÍNIOS AVALIADOS PELO ASSET

ASSET	Segurança			Campo de Visão		
Nível ASSET	Competente	Incompetente	p-valor	Competente	Incompetente	p-valor
Tempo total (s)	485,48	583,21	<0,05	458,65	586,04	<0,05
Lookdowns (quantidade)	29,1	50,95	<0,05	23,47	51,3	<0,05
Lookdowns por min.	3,54	5,19	<0,05	3,1	5,23	<0,05
Número de perdas	18,62	29,47	<0,05	16,59	29,09	<0,05
Perdas /min.	2,34	3,03	<0,05	2,23	2,99	<0,05
Tempo das perdas (s)	120,71	219,79	<0,05	92,94	223,09	<0,05
% Tempo perdido	23,72	37,17	<0,05	19,81	37,73	<0,05
Tempo triangulação	6,37	7,65	0,10	5,48	8,08	<0,05
% Erro meniscetomia	43,89	63,36	<0,05	42,85	60,74	<0,05
ASSET	Destreza com a Câmera			Destreza com os Instrumentos		
Nível ASSET	Competente	Incompetente	p-valor	Competente	Incompetente	p-valor
Tempo total (s)	435,75	596	<0,05	435,75	596	<0,05
Lookdowns (quantidade)	23,38	50,21	<0,05	21,69	51,33	<0,05
Lookdowns por min.	3,2	5,07	<0,05	3,04	5,18	<0,05
Número de perdas	17,19	28,17	<0,05	17,5	27,96	<0,05
Perdas /min.	2,41	2,84	0,10	2,44	2,82	0,14
Tempo das perdas (s)	84,75	223,13	<0,05	83,88	223,71	<0,05
% Tempo perdido	19,08	37,46	<0,05	18,94	37,56	<0,05
Tempo triangulação	4,81	8,43	<0,05	4,75	8,47	<0,05
% Erro meniscetomia	39,47	62,25	<0,05	39,61	62,16	<0,05
ASSET	Destreza Bimanual			Fluidez do Procedimento		
Nível ASSET	Competente	Incompetente	p-valor	Competente	Incompetente	p-valor
Tempo total (s)	487,59	586,06	<0,05	399,75	588,54	<0,05
Lookdowns (quantidade)	27,32	54,33	<0,05	18,58	48,43	<0,05
Lookdowns por min.	3,34	5,52	<0,05	2,92	4,92	<0,05
Número de perdas	18,36	30,39	<0,05	14,67	27,68	<0,05
Perdas /min.	2,3	3,12	<0,05	2,28	2,83	<0,05
Tempo das perdas (s)	113,5	234,11	<0,05	66,92	211	<0,05
% Tempo perdido	22,44	39,5	<0,05	17,27	35,61	<0,05
Tempo triangulação	5,94	8,25	0,07	4,55	8,02	<0,05

ASSET	Qualidade do Procedimento			Autonomia		
Nível ASSET	Competente	Incompetente	p-valor	Competente	Incompetente	p-valor
% Erro meniscetomia	41,19	67,73	<0,05	33,1	61,73	<0,05
Tempo total (s)	424	567,87	<0,05	466,5	585,41	<0,05
Lookdowns (quantidade)	18,6	46,43	<0,05	26,89	49,77	<0,05
Lookdowns por min.	2,68	4,87	<0,05	3,4	5,08	<0,05
Número de perdas	15,3	26,6	<0,05	16,78	29,5	<0,05
Perdas /min.	2,23	2,81	<0,05	2,22	3,03	<0,05
Tempo das perdas (s)	67,8	201,1	<0,05	120,11	206,77	<0,05
% Tempo perdido	15,97	34,83	<0,05	24,1	35,03	<0,05
Tempo triangulação	4,39	7,84	<0,05	6,66	7,24	0,35
% Erro meniscetomia	32,95	59,87	<0,05	45,35	59,51	<0,05

ANEXO 1 - ASSET (ARTHROSCOPIC KNEE SKILL SCORING SYSTEM)

	1 – Novice	2	3 - Competent	4	5- Expert
Safety	Significant damage to articular cartilage or soft tissue		Insignificant damage to articular cartilage or soft tissue		No damage to articular cartilage or soft tissue
Field of View	1 – Novice Narrow field of view, inadequate arthroscope or light source positioning	2	3 - Competent Moderate field of view, adequate arthroscope and light source positioning	4	5- Expert Expansive field of view, optimal arthroscope and light source positioning
Camera Dexterity	1 – Novice Awkward or graceless movements, fails to keep camera centered and correctly oriented	2	3 - Competent Appropriate use of camera, occasionally needs to reposition	4	5- Expert Graceful and dexterous throughout procedure with camera always centered and correctly oriented
Instrument Dexterity	1 – Novice Overly tentative or awkward with instruments, unable to consistently direct instruments to targets	2	3 - Competent Careful, controlled use of instruments, occasionally misses targets	4	5- Expert Confident and accurate use of all instruments
Bi-Manual Dexterity	1 – Novice Unable to use both hands or no coordination between hands	2	3 - Competent Uses both hands but occasionally fails to coordinate movement of camera and instruments	4	5- Expert Uses both hands to coordinate camera and instrument positioning for optimal performance
Flow of Procedure	1 – Novice Frequently stops operating or persists without progress, multiple unsuccessful attempts prior to completing tasks	2	3 - Competent Steady progression of operative procedure with few unsuccessful attempts prior to completing tasks	4	5- Expert Obviously planned course of procedure, fluid transition from one task to the next with no unsuccessful attempts
Quality of Procedure	1 – Novice Inadequate or incomplete final product	2	3 - Competent Adequate final product with only minor flaws that do not require correction	4	5- Expert Optimal final product with no flaws
Autonomy	1	2		3	
	Unable to complete procedure even with intervention(s)	Able to complete procedure but required intervention(s)		Able to complete procedure without intervention	