



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANA PAULA HORN

**MODELO EXPERIMENTAL ALTERNATIVO PARA O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES BÁSICAS EM
MICROCIRURGIA VETERINÁRIA**

LONDRINA
2023

ANA PAULA HORN

**MODELO EXPERIMENTAL ALTERNATIVO PARA O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES BÁSICAS EM
MICROCIRURGIA VETERINÁRIA**

Dissertação apresentado ao programa de pós-graduação em Mestrado Profissional em Clínicas Veterinárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mirian Siliane Batista de Souza

LONDRINA
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

A532m HORN, ANA PAULA.
Modelo experimental alternativo para o desenvolvimento de habilidades básicas em microcirurgia veterinária / ANA PAULA HORN. - Londrina, 2023.
47 f. : il.

Orientador: Mirian Siliane Batista de Souza .
Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2023.
Inclui bibliografia.

1. Microcirurgia - Tese. 2. Simuladores de treinamento - Tese. 3. Treinamento laboratorial - Tese. 4. Materiais sintéticos nos treinamentos básicos em microcirurgia - Tese. I. Batista de Souza , Mirian Siliane . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 619

ANA PAULA HORN

**MODELO EXPERIMENTAL ALTERNATIVO PARA O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES BÁSICAS EM
MICROCIRURGIA VETERINÁRIA**

Dissertação apresentado ao programa de pós-graduação em Mestrado Profissional em Clínicas Veterinárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mirian Siliane Batista de Souza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Augusto J. Savioli de A. Sampaio
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Vitor Hugo dos Santos
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, ____ de _____ de ____.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte e me apoiaram nesta etapa. Primeiramente aos meus professores, por todas as orientações, ensinamentos e dedicação de tempo, em especial a minha orientadora professora Mirian Siliane Batista de Souza pelo apoio na elaboração deste trabalho, pela paciência e dedicação durante o mestrado.

Aos professores da banca de qualificação, professores Augusto J. Savioli de A. Sampaio e Vitor Hugo dos Santos, meu muito obrigada pelas orientações e sugestões que foram muito valiosas para a melhoria deste trabalho.

Aos meus pais por sempre me incentivarem na busca por conhecimento. A minha irmã e amiga Priscila Aparecida Horn, por ser meu maior exemplo e inspiração, obrigada por toda a ajuda e suporte durante esse mestrado, pela paciência e por compartilhar comigo sua experiência.

Aos meus amigos, pelo suporte emocional e conforto nas horas difíceis. Aos colegas que percorreram juntos nesta caminhada, pela troca de conhecimento gerada durante esse processo.

HORN, Ana Paula. **MODELO EXPERIMENTAL ALTERNATIVO PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EM MICROCIURURGIA VETERINÁRIA.** 2023. 47 páginas. Dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Clínicas Veterinárias) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

A microcirurgia é por definição o conjunto de procedimentos cirúrgicos realizados com o auxílio de um meio óptico de magnificação. As habilidades necessárias para realizar tais procedimentos devem ser adquiridas por meio de treinamentos em laboratório, onde a destreza manual fina deve ser desenvolvida progressivamente, perante uma curva de aprendizado. A microcirurgia é uma ferramenta importante e indispensável em diversos procedimentos, pois possibilita reparos cirúrgicos únicos, diminuindo o trauma dos tecidos manipulados e melhorando o tempo de recuperação do paciente, sendo utilizada em diversas subáreas da medicina. Devido aos custos, os laboratórios de microcirurgia com os equipamentos necessários não são tão comuns, e a prática utilizando animais de biotério tornam os treinamentos ainda menos acessíveis. Pensando nesses fatores, o presente estudo apresenta um modelo experimental para o desenvolvimento de habilidades básicas em microcirurgia veterinária como uma alternativa para treinamentos iniciais que permita alta repetibilidade com menor custo, sem utilização de animais de biotério. O modelo proposto foi testado e validado, cumprindo com os objetivos propostos de capacitar os participantes a utilizar o microscópio cirúrgico e os instrumentais, desenvolver a coordenação da percepção óptica e habilidade manual necessárias para microcirurgias.

Palavras-chave: Microcirúrgico; Animal; Treinamento.

HORN, Ana Paula. **ALTERNATIVE EXPERIMENTAL MODEL FOR SKILL DEVELOPMENT IN VETERINARY MICROSURGERY.** 2023. 47 pages Dissertation Completion of course work (professional master's degree in veterinary clinics) - State University of Londrina, Londrina, 2023. (Master's Degree Dissertation, Professional Masters in Veterinary Clinics

ABSTRACT

Microsurgery is by definition the set of surgical procedures performed with the aid of an optical means of magnification. The necessary skills to perform such procedures must be acquired through laboratory training, where fine manual dexterity must be progressively developed, facing a learning curve. Microsurgery is an important and indispensable tool in several procedures, as it enables unique surgical repairs, reducing the trauma of the manipulated tissues and improving the patient's recovery time, being used in several subareas of medicine. Due to costs, microsurgical laboratories with the necessary equipment are not as common, and the practice using vivarium animals makes training even less accessible. With these factors in mind, the present study presents an experimental model for the development of basic skills in veterinary microsurgery as an alternative to initial training that allows high repeatability at a lower cost, without the use of vivarium animals.

Keywords: Microsurgical; Animal; Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Correto posicionamento para o treinamento utilizando o microscópio cirúrgico: A- Coluna ereta; B- Pernas afastadas; C- Apoio do cotovelo; D- Apoio do pulso; E- Apoio dos dedos mínimo, anelar e médio;.....	22
Figura 2- Ajuste do microscópio cirúrgico M90 DFVasconcellos: A- Braço sobe e desce; B- Direita e esquerda; C: Ajuste fino; D: Aumentos; E: Ajuste interpupilar.....	22
Figura 3- Materiais utilizados durante o treinamento: A- Fios monofilamentares náilon 8-0 e 9-0; B- Dreno de penrose n3; C- Instrumentais de microcirurgia (micro porta agulhas de castroviejo, micro tesoura curva e micro pinça de apreensão curva); D- Lupacirúrgica X-Loupes;.....	23
Figura 4- Protótipo 1: 1- Vista de cima (marcação do relógio); 2- Vista de baixo (ventosas de fixação)	24
Figura 5- Agulha do fio monofilamentar náilon 8-0 posicionada no micro porta agulhas de castroviejo na agulha de posição número 12, para início do treinamento no protótipo 1. Setas brancas indicando o sentido horário de passagem pelas casas das agulhas de costura.....	25
Figura 6- Protótipo 2 confeccionado com placa de EVA e membrana de látex, para a terceira etapa do treinamento em microcirurgia	27
Figura 7- Suturas por ordem crescente de dificuldade.....	27
Figura 8- Pontos avaliados nas suturas	28
Figura 9- Calibração do programa ImageJ com 2 mm.....	28
Figura 10- Medição da distância entre os pontos com o programa imageJ e cálculo do desvio padrão	29
Figura 11- Protótipo 3- simulação de vaso sanguíneo com diâmetro aproximado de 2 mm confeccionado com membrana fina de látex de um dreno de penrose n° 03.....	30
Figura 12- Materiais utilizados na etapa 4 do treinamento: 1- Fio monofilamentar náilon 9-0 Ningbo medical needle; 2- Micro porta agulhas de castroviejo, micro pinça de apreensão curva e micro tesoura curva; 3- Protótipo 3	31
Figura 13- Seleção de anastomoses realizadas durante a etapa 3 do treinamento. A- Maior desvio padrão da amostra, B- desvio padrão médio, C- menor desvio padrão da amostra	32
Figura 14- Tempo para concluir a tarefa em cada volta do Protótipo 1	33
Figura 15- Distância dos pontos da Sutura de vaso realizado na etapa 4 do treinamento e tempo de cada participante	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos avaliados na etapa 2 do treinamento.....	26
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Pontuação para capacidade motora avaliada durante o treinamento com o Protótipo 1	33
Tabela 2- Pontuação para manejo do instrumento avaliada durante o treinamento com o Protótipo 1	34
Tabela 3- Coeficiente de variação das suturas dos participantes referente a etapa 3 do treinamento. Conjunto de dados foi avaliado usando média \pm desvio padrão. Estatísticas descritiva do conjunto de dados de cada amostra: ANOVA	34
Tabela 4- Coeficiente de variação das suturas dos participantes do treinamento, valores expressos em porcentagem (%) e tempo (min) para realizar as suturas. Conjunto de dados foi avaliado usando média \pm desvio padrão. Estatísticas descritiva do conjunto de dados.....	36
Tabela 5- Coeficiente de variação dos pontos da Sutura de vaso realizado na etapa 4 do treinamento para cada participante	37
Tabela 6- Resultados da ficha de autoavaliação preenchida pelos participantes ao final do treinamento	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 HISTÓRIA DA MICROCIURURGIA	14
2.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS DA MICROCIURURGIA	15
2.3 TREINAMENTO E CURVA DE APRENDIZADO	15
2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS MICROCIURÚRGICAS EM TREINAMENTOS.....	16
2.5 SIMULAÇÃO MICROCIURÚRGICA	18
3 OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GERAL.....	20
3.1.1 Objetivos Específicos	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
5 RESULTADOS	35
6 DISCUSSÃO	40
7 CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXO	48
ANEXO I - FICHA DE AUTOAVALIAÇÃO	48

1 INTRODUÇÃO

A microcirurgia é um conjunto de procedimentos cirúrgicos realizados com o auxílio de um meio óptico de magnificação e o uso de materiais específicos, que permitem a manipulação de estruturas delicadas, com refinados movimentos cirúrgicos de trato fino e com pouco tremor. É uma ferramenta importante e indispensável em diversos procedimentos, pois possibilita reparos cirúrgicos únicos, diminuindo o trauma aos tecidos manipulados e melhorando o tempo de recuperação do paciente, sendo utilizada em diversas subáreas da medicina (OLIVEIRA, 2018).

A simulação microcirúrgica fornece um ambiente seguro para aquisição de habilidades antes de operar clinicamente (MASON et al., 2016). O uso de rato como modelo vivo é utilizado desde 1960 e continua a ser indispensável no treinamento de microcirurgia, sendo considerado o padrão ouro do treinamento microvascular, oferecendo circulação dinâmica. No entanto, questões éticas rigorosas e despesas crescentes na manutenção de biotérios, dificultam o acesso para o treinamento regular e contínuo com essa espécie. Por isso, seu uso é realizado com critério e apenas nos treinamentos avançados, diminuindo assim o número de animais vivos (ADERIBIGBE, 2020).

Devido aos custos, os laboratórios de microcirurgia com os equipamentos necessários não são tão comuns em áreas com poucos recursos, da mesma forma onde eles são encontrados os kits para a prática múltipla são caros e de difícil acesso, estes fatores acabam desencorajando o cirurgião a iniciar o treinamento na área.

No Brasil poucas universidades públicas desenvolvem estudos com este assunto e raras instituições particulares oferecem treinamento na área, a custos elevados.

As qualidades adquiridas em um treinamento em microcirurgia são benéficas, não só para os cirurgiões interessados na área, mas também para todos os profissionais que busquem aumentar suas habilidades técnicas, desenvolvendo a capacidade de concentração e, assim, conseguindo lidar com situações frustrantes que possam ocorrer em um procedimento, melhorando a postura, manejo de tecidos e instrumentais delicados, diminuindo o trauma cirúrgico e melhorando o tempo de recuperação do paciente. É de suma importância difundir o conhecimento e possibilitar ao maior número de interessados, o acesso ao treinamento com essa ferramenta tão importante.

Este trabalho visa apresentar uma ferramenta alternativa para o desenvolvimento de habilidades básicas em microcirurgia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRIA DA MICROCIRURGIA

O médico Ambroise Paré (1510- 1590), considerado o pai da cirurgia moderna devido ao seu sucesso no tratamento de feridos de guerra ao utilizar ligaduras para interromper o sangramento maciço de grandes lesões em membros de soldados, foi o primeiro a descrever técnicas de anastomoses vasculares em artérias lesadas (MAVROGENIS et al., 2019).

A descoberta da heparina em 1916 por J. Mclean, Howell e Holt, possibilitou a habilidade de controlar a coagulação do sangue, sendo um passo essencial no desenvolvimento da cirurgia vascular (TAMAI, 2009).

Carl Zeiss e Ernst Abbe aperfeiçoaram o microscópio monocular no final do século XIX e, assim, forneceram o equipamento óptico necessário para visualização direta de pequenas artérias e nervos (MAVROGENIS et al., 2019).

Nylén (1892–1978) um otorrinolaringologista sueco, considerado o pai da microcirurgia, introduziu o uso da magnificação na prática cirúrgica em 1921. No início, ele o usou para operações em animais, e, mais tarde ele o usou para operar um paciente com otite crônica. O microscópio utilizado por Nylén foi logo substituído por um microscópio binocular, desenvolvido por seu colega Gunnar Holmgren em 1922 (DIAS et al., 2010; MAVROGENIS et al., 2019).

Ao longo das décadas seguintes, o desenvolvimento do microscópio cirúrgico “Zeiss”, instrumentos específicos de Microcirurgia e de suturas, deram início ao desenvolvimento da técnica (PAZZINI, MORAES, 2015).

Os primeiros experimentos com microcirurgia para anastomose vascular, foram realizados por Dr. Sun Lee, na Universidade de Pittsburg em 1958, que desenvolveu uma anastomose porto-cava término-lateral em ratos. Jacobson e Suarez, em 1960, introduziram a técnica microcirúrgica e abriram uma nova era nos procedimentos de reconstrução e transferência de tecidos (MARCONDES et al., 2014; MARTINS, 2003).

No Brasil, o pioneiro na utilização da técnica foi Jorge Fonseca Ely, que realizou um reimplante de mão, considerado o primeiro reimplante microcirúrgico em humanos com sucesso, em 1968. No laboratório de microcirurgia na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 1972, Ferreira et al. também realizaram trabalhos experimentais nesta área (FANTINI et al., 2014)

Na medicina veterinária, o primeiro grande avanço foi relatado em 1987, com a realização de transplante renal em felinos na Escola de Medicina Veterinária da Universidade da Califórnia (BUDGEON et al., 2017).

2.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS DA MICROCIRURGIA

Em medicina humana a microcirurgia já se mostra bem difundida dentro da área de cirurgia plástica e reparadora, bem como na oftalmologia, ortopedia, urologia e neurocirurgia, contribuindo significativamente para obtenção de sucesso cirúrgico e terapêutico.

Na medicina veterinária, a microcirurgia vem sendo aplicada, tanto na realização de projetos de pesquisa na área de medicina experimental (p. ex., transplante renal, cirurgia microvascular, anastomose microvascular de enxerto livre), quanto em procedimentos dentro da rotina da clínica cirúrgica, que auxilia na realização de ureterotomia, sutura de nervo periférico, cirurgia oftálmica, entre outras (OLIVEIRA, 2018; CASAL et al, 2017).

Alguns autores consideram a microcirurgia ureteral como padrão de tratamento para obstruções dessa estrutura em animais de companhia. A realização de ureterorrafias com fios de sutura número 10-0 monofilamentares náilon, acoplados a agulhas atraumáticas e utilizando técnicas microcirúrgicas, possibilitou uma sutura mais precisa, evitando o contato constante do fio de sutura com o lúmen ureteral e reduzindo a inflamação, fibrose e estenose (PEIXOTO, 2020).

Já bem difundido na rotina da oftalmologia veterinária, com seu uso para realizar reparos corneais, confecção de flaps e na cirurgia de catarata. Entre as utilizações na pesquisa na área de oftalmologia veterinária pode-se citar o uso do microscópio cirúrgico nas cirurgias como o transplante de limbo realizado em cães (BRUNELLI et al., 2007).

A neurotização, que se baseia na transferência de uma parte da extremidade de um nervo saudável, para o nervo lesionado, é uma técnica que tem se mostrado inovadora em lesões do plexo braquial, pois permite a recuperação do membro lesionado sem a necessidade de amputação, porém o custo e o acesso a esta tecnologia ainda estão bem elevados na medicina (DE ALMEIDA et al., 2022).

2.3 TREINAMENTO E CURVA DE APRENDIZADO

É reconhecido que as técnicas microcirúrgicas são mais desafiadoras do que as empregadas na prática macrocirúrgica por uma variedade de razões: o manuseio de tecidos

delicados, uso de instrumentos e materiais delicados, e o alto nível de destreza necessária. Estruturas reparadas como vasos e nervos, são de proporções minúsculas, que contrastam com a cirurgia macroscópica (MURDOCH et al., 1994).

O treinamento em microcirurgia requer uma curva longa de aprendizado e exige paciência, e dedicação do cirurgião. Um ambiente calmo e, de preferência, que não sofra interrupções de qualquer natureza é preferível, visando maximizar o treinamento e diminuir o tremor fisiológico, deve-se evitar exercícios de impacto da musculatura apendicular 24 horas antes do treinamento, bem como ingestão de cafeína e uso de nicotina. Além disso, pausas de 5 minutos a cada hora de treinamento devem ser realizadas com o objetivo de diminuir a fadiga (ISOLAN et al., 2010).

A engrenagem e o sistema de lentes do microscópio cirúrgico devem ser minuciosamente conhecidos, devendo o microcirurgião reconhecer a magnificação que possibilite o melhor foco: uma combinação padrão é ocular de 12,5X de aumento associada a objetiva de 200-mm, o que permite magnificações de 4X a 25X. A visão binocular e o trabalho no centro do campo, também são cruciais para uma boa técnica (ISOLAN et al., 2010).

Durante um procedimento microcirúrgico, é de extrema importância adquirir o hábito de achar uma posição de conforto, pois o desconforto pode diminuir a capacidade de concentração, prejudicando, consideravelmente, no desenvolvimento das habilidades.

A forma adequada é abrindo espaço entre suas pernas, retire obstáculos que possam ficar no caminho de seus pés, sente de forma que a cabeça e a parte superior do corpo permaneçam imóveis. Seus antebraços devem ficar sobre a mesa, completamente em repouso. Não utilize os cotovelos para estabilizar o corpo, isto deixará os músculos dos braços tensos e como consequência haverá tremor (STANFORD, 2020).

Três pontos importantes de estabilização são os cotovelos, que podem estar apoiados sobre toalhas dobradas ou diretamente na mesa. O pulso da mesma forma que o cotovelo e, por fim, os dedos, os dedos mínimo, anelar e médio foram um palco para o dedo indicador e o polegar trabalharem (STANFORD, 2020).

2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS MICRO CIRÚRGICAS EM TREINAMENTOS

A avaliação das competências cirúrgicas tem sido historicamente realizada por cirurgiões experientes por meio de observações diretas na sala de operação. Este método é claramente subjetivo. Durante as últimas duas décadas, muitas tentativas foram realizadas

para obter um método objetivo para a avaliação do treinamento e habilidades microcirúrgicas (GHANEM et al., 2020; SATTERWHITE, T. et al, 2014).

Uma das ferramentas comuns para avaliar habilidades são as escalas de classificação global (GRS). No entanto, não existe um GRS globalmente aceito que é específico para a técnica microcirúrgica. A GRS faz avaliação de seis parâmetros: o tempo gasto, o fluxo de movimentos, respeito aos tecidos, sutura e manuseio de instrumentos e qualidade do produto final. A avaliação é feita por um cirurgião experiente. A escala não leva em conta parâmetros como distância da sutura da incisão, intervalo entre suturas e força do nó. As descrições para avaliação são úteis, mas são subjetivas e podem apresentar variabilidade entre avaliadores (SHARMA & SURI 2022).

A *International micro surgery simulation society* (IMSS), publicou um artigo com instruções a fim de desenvolver recomendações éticas e científicas para a organização de cursos básicos de microcirurgia, bem como sugestões para uma avaliação da curva de aprendizado e habilidade dos alunos (GHANEM et al., 2020).

Os pontos principais discutidos foram a duração do treinamento, horas de treinamento em modelo não vivo e o número mínimo de anastomoses realizadas. Sendo considerado de 8 a 24 horas para um treinamento básico inicial em materiais inertes, e um mínimo de 9 a 10 anastomoses por participante.

Em relação a avaliação objetiva das habilidades técnicas dos aprendizes:

Observa-se a preparação do campo cirúrgico e dissecação dos vasos, manipulação do instrumental, manipulação do tecido, danos aos tecidos, tempo para concluir a tarefa, fluxo após a operação, técnica de sutura utilizada, paciência e qualidade da sutura, irrigação do tecido (GHANEM et al., 2020).

Ao longo dos anos, várias escalas de pontuação e modelos foram desenvolvidas e validadas para a avaliação de habilidades microcirúrgicas. As escalas existentes têm vários méritos e foram validadas por especialistas com grande interesse em microcirurgia.

O foco do treinamento microcirúrgico é a realização de uma anastomose bem sucedida e patente de nervos e vasos. Foram identificadas sete escalas de avaliação que analisam a proficiência do estagiário em realizar suturas microcirúrgicas. A força do nó, e os intervalos entre as suturas foram os parâmetros mais importantes em todas as escalas (SHARMA & SURI, 2022).

KIM et al., (2020) criaram a primeira ferramenta de avaliação quantitativa para a análise do produto final em simulação microcirúrgica, utilizando software ImageJ para análise das suturas realizadas durante um treinamento de cinco dias. A ferramenta se mostrou válida

podendo ser usada como uma plataforma eficaz de feedback para auxiliar na aquisição de habilidades em treinamento microcirúrgico, como complemento aos sistemas de pontuação atuais em microcirurgia simulada.

2.5 SIMULAÇÃO MICROCIRÚRGICA

O conceito de prática repetitiva em um ambiente que oferece a oportunidade de falhar sem consequências reais que ameacem a vida, sugere um aprimoramento da aquisição de habilidades e tarefas cirúrgicas complexas. Além disso, esse ambiente tem a capacidade de instruir precisamente no momento da falha, fornecer feedback imediato para corrigir erros no início e incentivar o retreinamento imediato para realizar uma habilidade, tarefa ou procedimento com sucesso (MCDUGALL, 2007).

A simulação microcirúrgica fornece um ambiente seguro para aquisição de habilidades antes de operar clinicamente (MASON et al., 2016).

A simulação ganhou notável reconhecimento por ser uma modalidade eficaz de treinamento e avaliação na era atual na tecnologia, baseada em competências na educação médica. Apesar da eficácia bem documentada de modelos animais vivos e peças anatômicas, vários problemas éticos, financeiros e de acessibilidade persistem com seu uso. Simuladores não biológicos ganharam reconhecimento por sua capacidade de contornar esses desafios (ABI-RAFEH et al., 2019).

O aumento das restrições ao uso de animais (3 RS *replace, reduce, refine*) juntamente com restrições financeiras nos últimos anos, levaram ao desenvolvimento e disseminação de muitos modelos animais não vivos para serem utilizados no treinamento em microcirurgia. Tais modelos são numerosos e incluem desde cadáveres de ratos, aortas de ratos criopreservadas, asas de frango e peru, folhas, pétalas de flor, uvas simulando o globo ocular para o treinamento em oftalmologia, vasos de cadáveres humanos e animais, esôfago e traqueia de frangos no treinamento vascular e microcirúrgico, diferentes modelos de materiais simulados em plástico, vasos confeccionados através de reticulação de álcool polivinílico (ACHAR et al., 2017; CHAOUAT et al. 2008; SHUREY et al., 2014; VOLOVICI et al., 2019; SANTOS et al., 2021).

Em medicina veterinária já foi validado um modelo de ureter felino obstruído, desenvolvido com material sintético, como ferramenta específica para aquisição de habilidades em microcirurgias do sistema urinário (PHILLIPS et al., 2018)

Um estudo propôs um programa de simulação para diminuir o número de ratos utilizados durante o treinamento final in vivo, para isso utilizaram um modelo de treinamento caseiro, econômico e de fácil uso, composto de agulhas de costura fixadas em uma estrutura básica, as agulhas eram dispostas em diferentes posições de acordo com os exercícios, estes apresentavam dificuldade crescente e um sistema de pontuação progressiva. Os estudantes foram separados em dois grupos, o grupo 1 manteve o treinamento convencional utilizando ao final do estudo um total de 149 ratos, o grupo 2 utilizou o novo modelo de treinamento e utilizou um total de 77 ratos, ambos tiveram sucesso ao final do curso, obtendo destreza ao desenvolverem as anastomoses vasculares (GUERRESCHI et al., 2014).

KHAROUF et al., (2019) utilizaram uma ferramenta chamada “Micro-Clock”, que usa metodologia muito semelhante ao estudo mencionado anteriormente, e também comprova a eficácia do treinamento utilizando este modelo.

O uso de rato como modelo vivo é utilizado desde 1960 e continua a ser indispensável no treinamento de microcirurgia, sendo considerado o padrão ouro do treinamento microvascular, oferecendo circulação dinâmica. No entanto, questões éticas rigorosas e despesas crescentes na manutenção de biotérios, dificultam o acesso para o treinamento regular e contínuo com essa espécie. Por isso, seu uso é realizado com critério e apenas nos treinamentos avançados, diminuindo assim o número de animais vivos (ADERIBIGBE, 2020).

O treinamento laboratorial é fundamental para preparar os estudantes, residentes e profissionais de medicina veterinária para as experiências na sala cirúrgica. Para tanto, o uso de animais vivos ou eutanasiados, exclusivamente para fins didáticos foi, por muito tempo, um rotineiro método empregado, não somente nas escolas veterinárias, mas em todos os cursos da área biomédica (OLIVEIRA, 2018).

No Brasil, somente após a década de 1970 iniciaram-se as primeiras objeções à utilização de animais vivos em aulas práticas, e tais contestações estão sendo mais frequentes e incisivas, refletindo uma mudança global nas atitudes de estudantes, professores e demais profissionais da área médica, além da sociedade como um todo.

A lei prevê penalidade de três meses a um ano de prisão, além de multa, para o uso de animais em experimentos que envolvam dor, sempre que houver métodos alternativos (BRASIL, 1998)

O Código de Ética do Médico Veterinário refere que o uso de animais em práticas de ensino e experimentação só é aceito se não houver alternativas cientificamente validadas, sendo dever do médico veterinário não atentar contra as funções vitais dos animais.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e testar um modelo experimental alternativo que possibilite aos veterinários com interesse na área, o desenvolvimento de habilidades básicas em microcirurgia.

3.1.1 Objetivos Específicos

- Capacitar os participantes a utilizar o microscópio cirúrgico e os instrumentais.
- Estimular a concentração, paciência e tolerância frente a frustração de treinamentos exaustivos.
- Desenvolver a coordenação da percepção óptica e habilidade manual.
- Criar um modelo que visa redução de custos com biotério e ter alta repetibilidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O material necessário para o treinamento proposto, consistiu em meios ópticos de magnificação como a lupa cirúrgica com aumento de 3,5 X da marca X-Loupes e microscópio cirúrgico M90 DFVasconcellos com magnificação de 4 a 25 X, materiais cirúrgicos específicos para microcirurgia, sendo eles: micro porta agulhas de castroviejo, micro tesoura curva e micro pinça de apreensão curva, fios monofilametares 8-0 e 9-0 com agulha 3/8 círculo e 0,6 cm de comprimento da marca Ningbo medical needle, e os protótipos 1, 2 e 3 que foram confeccionados.

O projeto CAAE: 62444322.5.0000.5231 foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina.

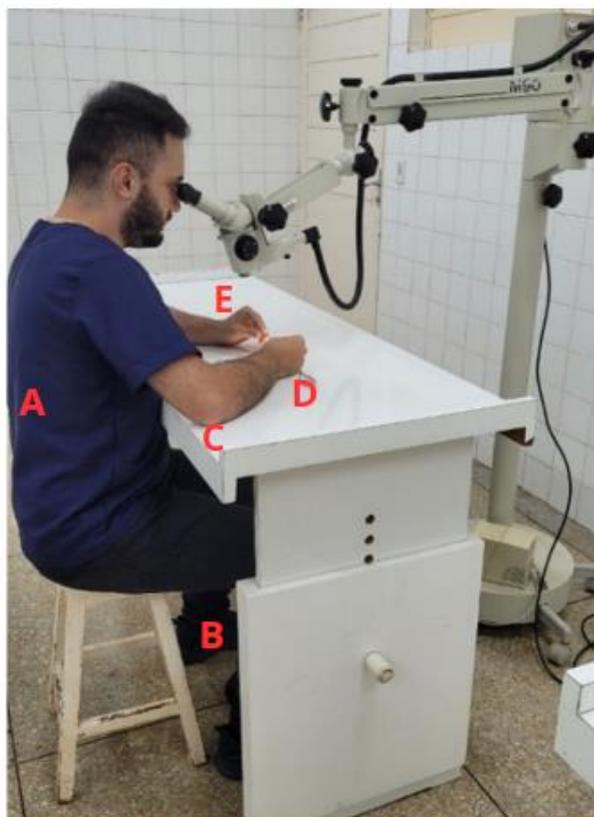
Um total de 7 candidatos foram aceitos para participar do treinamento proposto, sendo um fator de inclusão serem residentes de clínica cirúrgica de pequenos animais e mestrandos em clínicas veterinárias da UEL, e, portanto, apresentarem experiência na área de cirurgia.

O treinamento consistiu de 9 horas totais, divididas em 3 horas por dia, tendo um intervalo de 10 minutos a cada hora de treinamento, em um decorrer de 3 dias. Os treinamentos foram realizados de forma individual com cada participante, sendo os horários agendados previamente com cada um dos mesmos.

No último dia do treinamento foi entregue aos participantes uma ficha de autoavaliação em forma de escala Likert (1= discordo completamente, 2= discordo, 3= neutro, 4= concordo um pouco, 5= concordo completamente), ao qual os participantes preencheram, com o intuito de autoavaliar o treinamento em microcirurgia que eles realizaram (anexo 1).

Na primeira etapa os participantes foram apresentados ao microscópio cirúrgico e aos protótipos e instrumentais utilizados, sua correta manipulação, ajuste das lentes e posicionamento corporal (Figura 1, Figura 2 e Figura 3).

Figura 1- Correto posicionamento para o treinamento utilizando o microscópio cirúrgico: A- Coluna ereta; B- Pernas afastadas; C- Apoio do cotovelo; D- Apoio do pulso; E- Apoio dos dedos mínimo, anelar e médio;



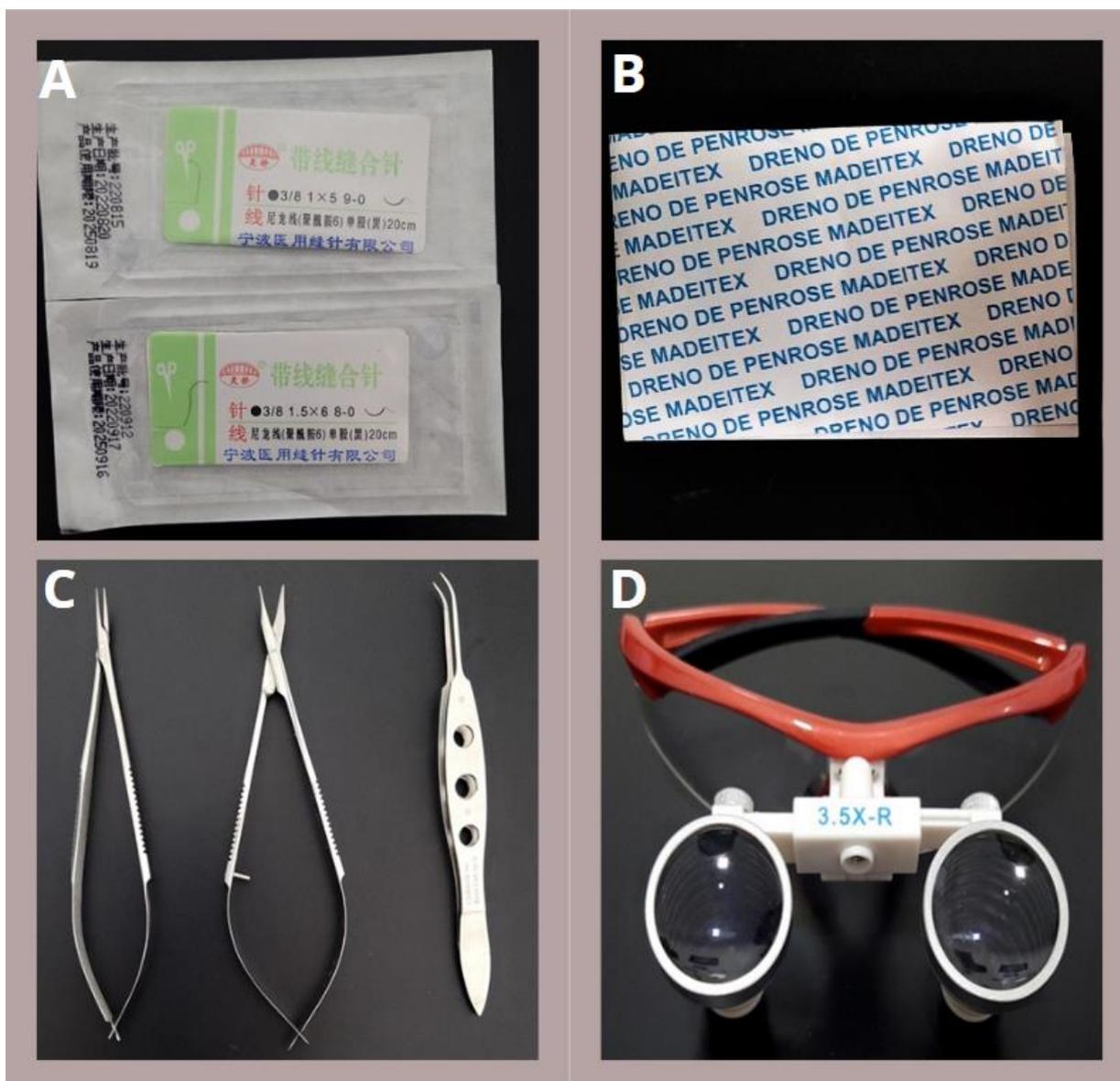
Fonte: Autora (2023)

Figura 2- Ajuste do microscópio cirúrgico M90 DFVasconcellos: A- Braço sobe e desce; B- Direita e esquerda; C: Ajuste fino; D: Aumentos; E: Ajuste interpupilar



Fonte: Autora (2023)

Figura 3- Materiais utilizados durante o treinamento: A- Fios monofilamentares náilon 8-0 e 9-0; B- Dreno de penrose n3; C- Instrumentais de microcirurgia (micro porta agulhas de castroviejo, micro tesoura curva e micro pinça de apreensão curva); D- Lupacirúrgica X-Loupes;

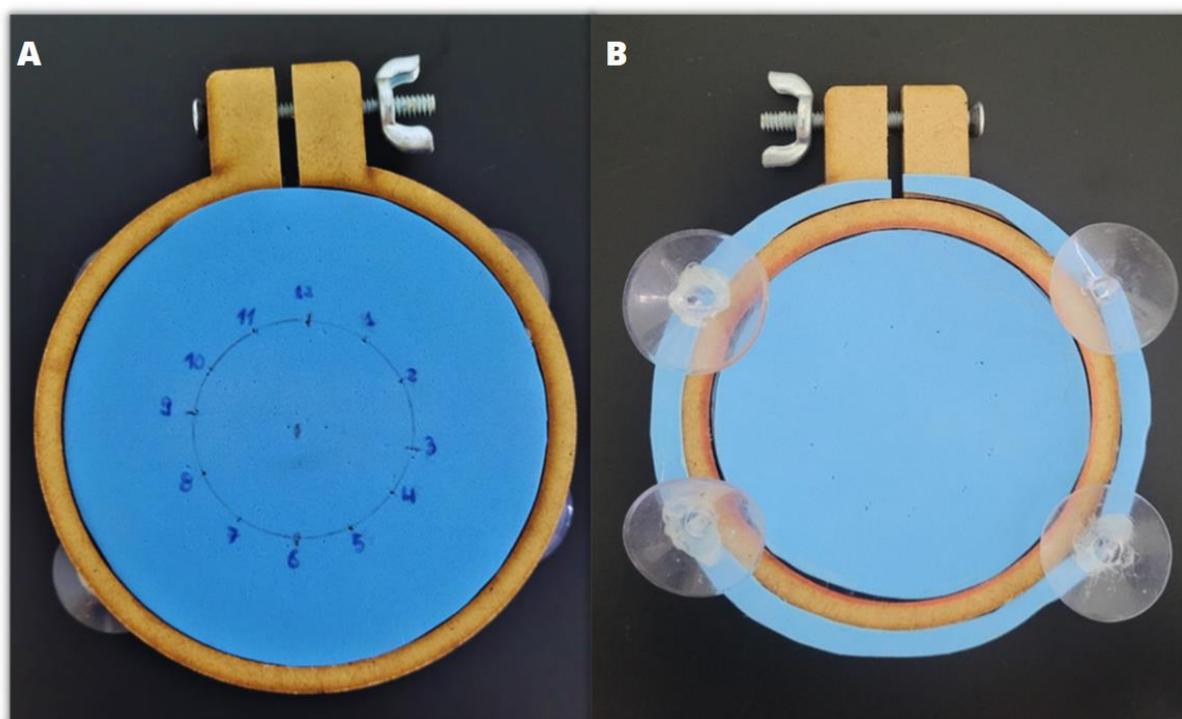


Fonte: Autora (2023)

A segunda etapa foi destinada ao treinamento no protótipo 1 baseado no *microclock*. Para a confecção do protótipo, foi desenvolvido uma plataforma composta de bastidor de madeira de 12 cm de diâmetro, cujo interior foi preenchido com camadas de espuma vinílica acetinada (EVA) e quatro ventosas de fixação foram acopladas na sua base, para evitar movimentação durante os treinamentos. No centro foi desenhado um relógio com 4,5 cm de circunferência, as demarcações usuais das horas foram realizadas com intervalos de 1 cm, aproximadamente (Figura 4). Agulhas de costura número 07 foram fixadas no EVA da

plataforma, na distribuição padrão do relógio, com o objetivo de se desenvolver um espaço tridimensional e manter o campo visual e, essas foram colocadas em três alturas distintas. As agulhas na posição de 12, 3, 6 e 9 horas ficam 2,5 cm acima do EVA, as agulhas na posição 1,4,7 e 10 horas ficam 2,0 cm acima do EVA e, por fim, as agulhas em 2, 5, 8 e 11 horas foram colocadas 3 cm acima do EVA. Para este exercício se utilizará o meio óptico de magnificação, composto de lupa cirúrgica com aumento de 3,5 x da marca X-Loupes, e, fio 8-0 com agulha 3/8 círculo e 0,6 cm de comprimento da marca Ningbo medical needle, porta agulhas micro castroviejo curvo e pinça micro de apreensão curva.

Figura 4- Protótipo 1: 1- Vista de cima (marcação do relógio); 2- Vista de baixo (ventosas de fixação)



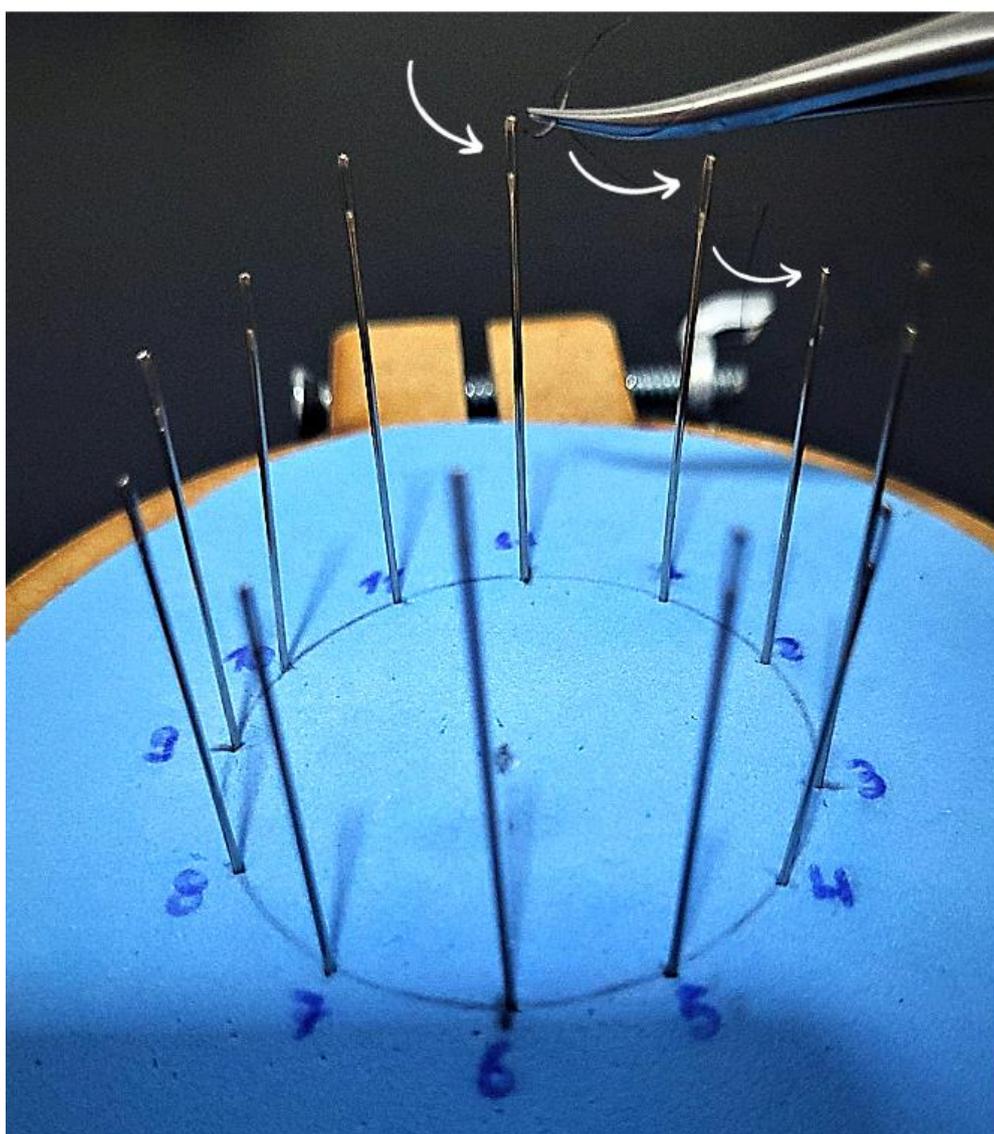
Fonte: Autora (2023)

A agulha do fio monofilamentar náilon 8-0 é posicionada no micro porta-agulhas de castroviejo e direcionada para o protótipo na agulha correspondente as 12 horas, inicia-se o tempo e o estudante deve percorrer todas as casas das agulhas no sentido horário, ao passar pela agulha de 11 horas o tempo é parado (Figura 5). Caso a agulha quebre, caia ou o fio rompa, o evento é registrado, o tempo era pausado e a tentativa se reiniciava. Um total de 10 repetições foi realizado nesta etapa do treinamento. Os requisitos avaliados em cada volta foram graduados em uma escala de 1 a 3 sendo 3 considerado ótimo, além do registro do

tempo necessário para se concluir a tarefa (Quadro 1). Esses dados foram tabulados e avaliados estatisticamente ao final do treinamento (KHAROUF et al., 2019).

Esperou-se que o tempo para desenvolver a tarefa fosse reduzido gradativamente e que a capacidade motora e manejo do instrumental tenha maior pontuação ao final das 10 repetições.

Figura 5– Agulha do fio monofilamentar náilon 8-0 posicionada no micro porta agulhas de castroviejo na agulha de posição número 12, para início do treinamento no protótipo 1. Setas brancas indicando o sentido horário de passagem pelas casas das agulhas de costura



Fonte: Autora (2023)

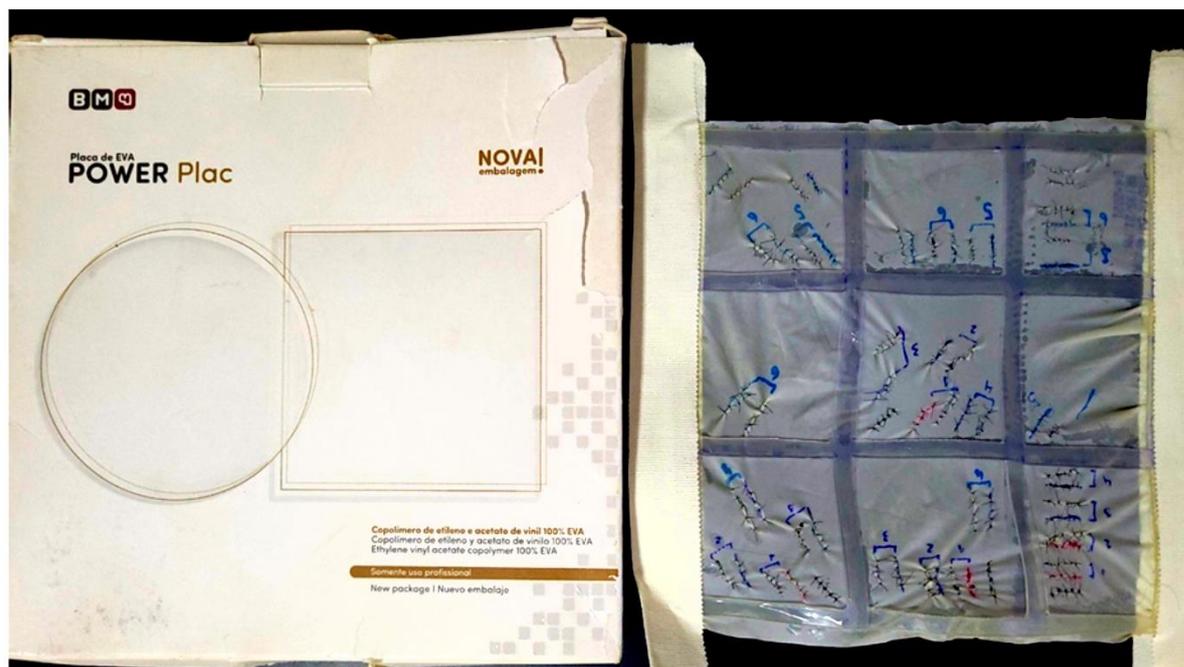
Quadro 1 - Requisitos avaliados na etapa 2 do treinamento

Pontuação	Capacidade motora
1	Tremores Frequentes
2	Tremores Ocasionais
3	Movimentos Fluidos e controlados
	Manejo do instrumental
1	Quebra da agulha e rompimento do fio
2	Queda da agulha
3	Movimentos fluidos e controlados
Tempo para concluir a tarefa	

Fonte: Autora (2023)

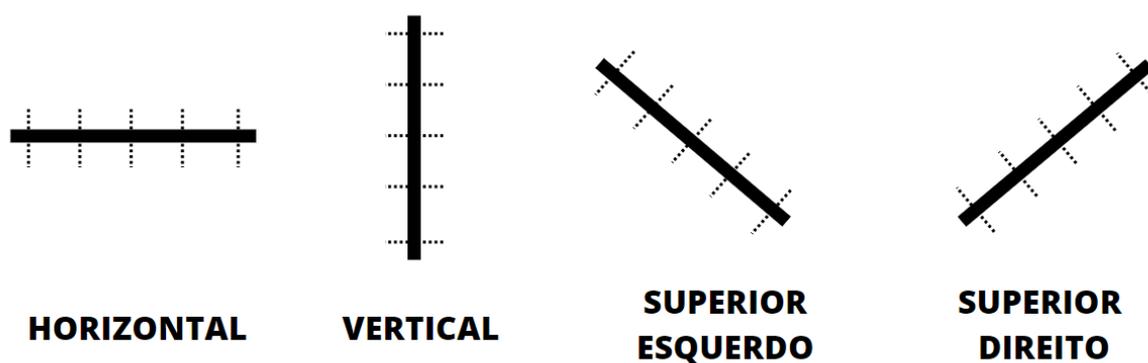
A terceira etapa consistiu na realização de suturas simples em protótipo confeccionado com uma placa de EVA com espessura de 1mm por 135 x135 mm recortada com 9 quadrados equidistantes em que uma membrana de látex foi fixada para a realização das suturas (Figura 6), estas foram treinadas em diferentes posições, sendo por ordem de dificuldade, o posicionamento horizontal, vertical, superior esquerdo para inferior direito e superior direito para inferior esquerdo (posição “*backhand*”) (Figura 7). Nesta etapa do treinamento, foi utilizado meio de magnificação óptica microscópio cirúrgico M90 DFVasconcellos com aumento de 10 X, fio 8-0 com agulha 3/8 círculo e 0,6 cm de comprimento da marca Ningbo medical needle, porta agulhas micro castroviejo curvo, pinça micro de apreensão curva e tesoura micro curva. Um total de 2 suturas por posicionamento, totalizando 8 suturas simples por cirurgião foram realizadas. Em uma incisão de 1 cm deveriam ser dispostos 5 pontos com equidistância aproximada de 2 mm entre eles.

Figura 6- Protótipo 2 confeccionado com placa de EVA e membrana de látex, para a terceira etapa do treinamento em microcirurgia



Fonte: Autora (2023)

Figura 7- Suturas por ordem crescente de dificuldade

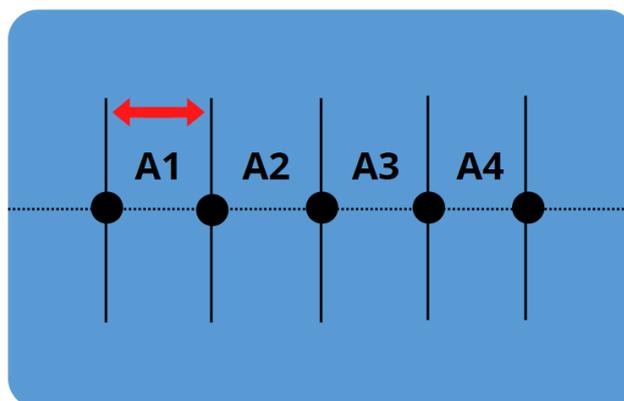


Fonte: Autora (2023)

Com o conceito de anastomoses ideais com colocação de sutura equidistante, foi avaliado a distância entre os pontos realizados em cada posicionamento (Figura 08) com auxílio do programa de computação ImageJ, o mesmo foi calibrado com a distância de 2 mm para que se possa analisar de forma precisa as suturas (Figura 09). Calculou-se o desvio padrão

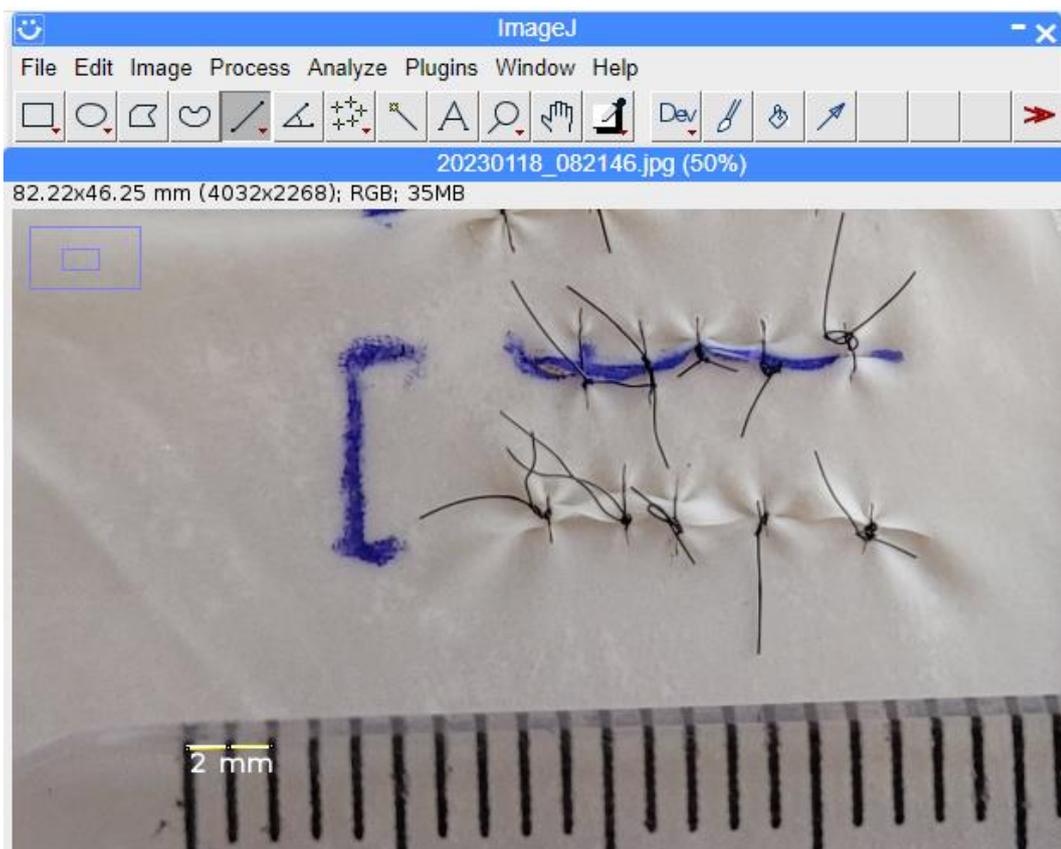
afim de demonstrar a regularidade das distâncias (Figura 10). Um desvio padrão mais alto, indica uma maior irregularidade na sutura.

Figura 8- Pontos avaliados nas suturas



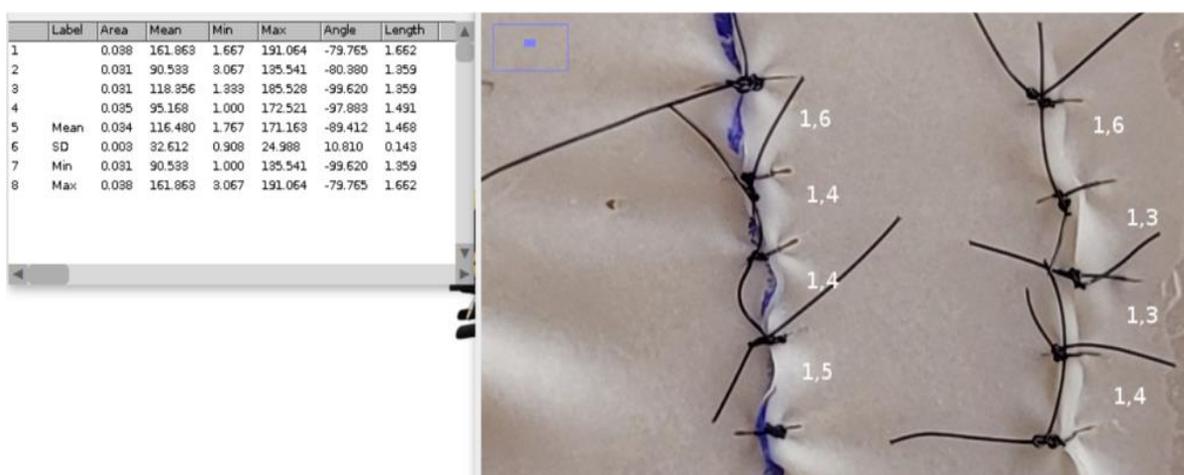
Fonte: Autora (2023)

Figura 9- Calibração do programa ImageJ com 2 mm



Fonte: Autora (2023)

Figura 10- Medição da distância entre os pontos com o programa imageJ e cálculo do desvio padrão



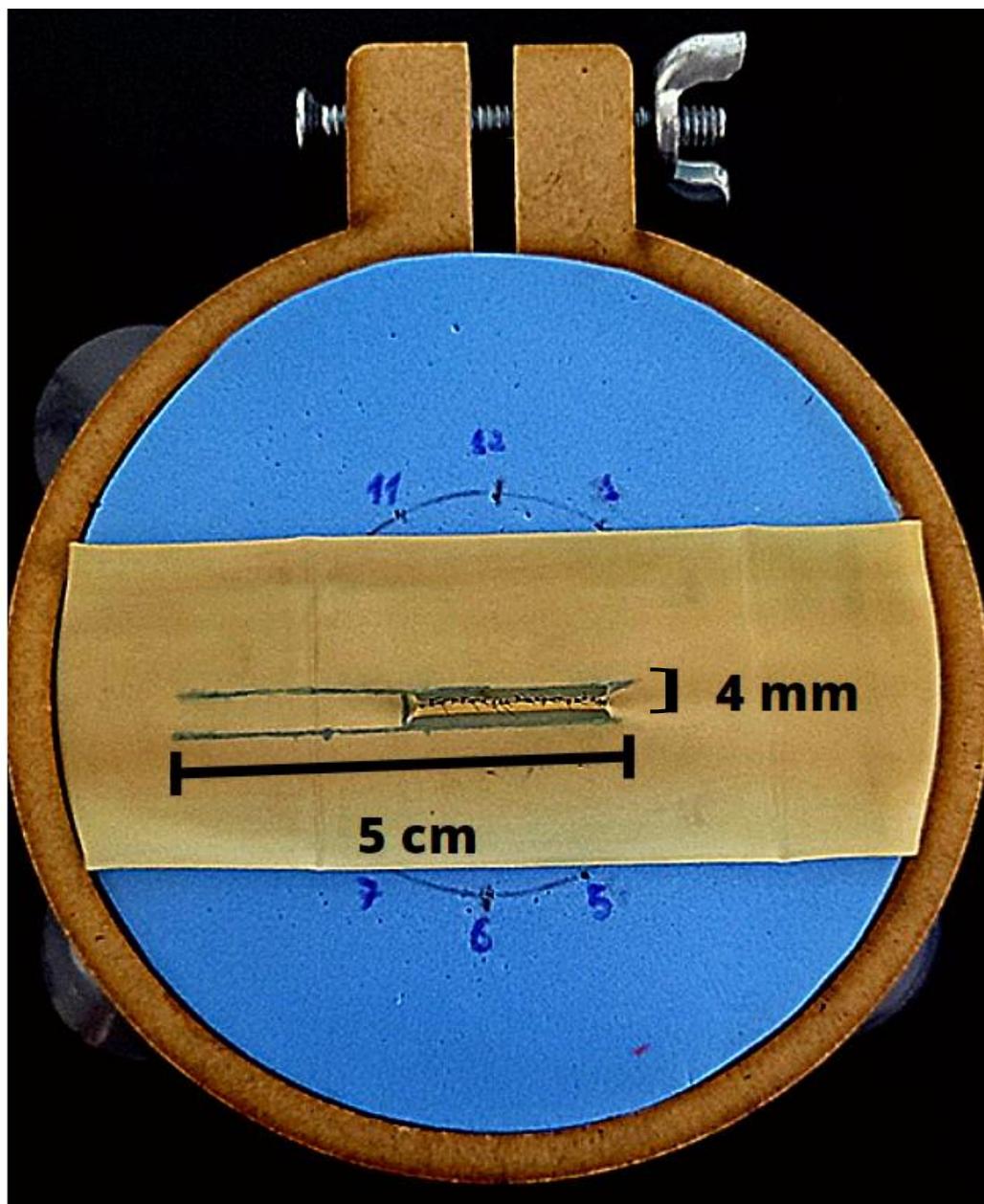
Fonte: Autora (2023)

O total de 63 anastomoses foram avaliadas com o software ImageJ, onde a medida da distância entre os pontos foi calculada após a calibração do software que transforma a distância de pixels para milímetros.

O tempo para concluir cada sutura também foi considerado para avaliação do desenvolvimento da destreza e da prática.

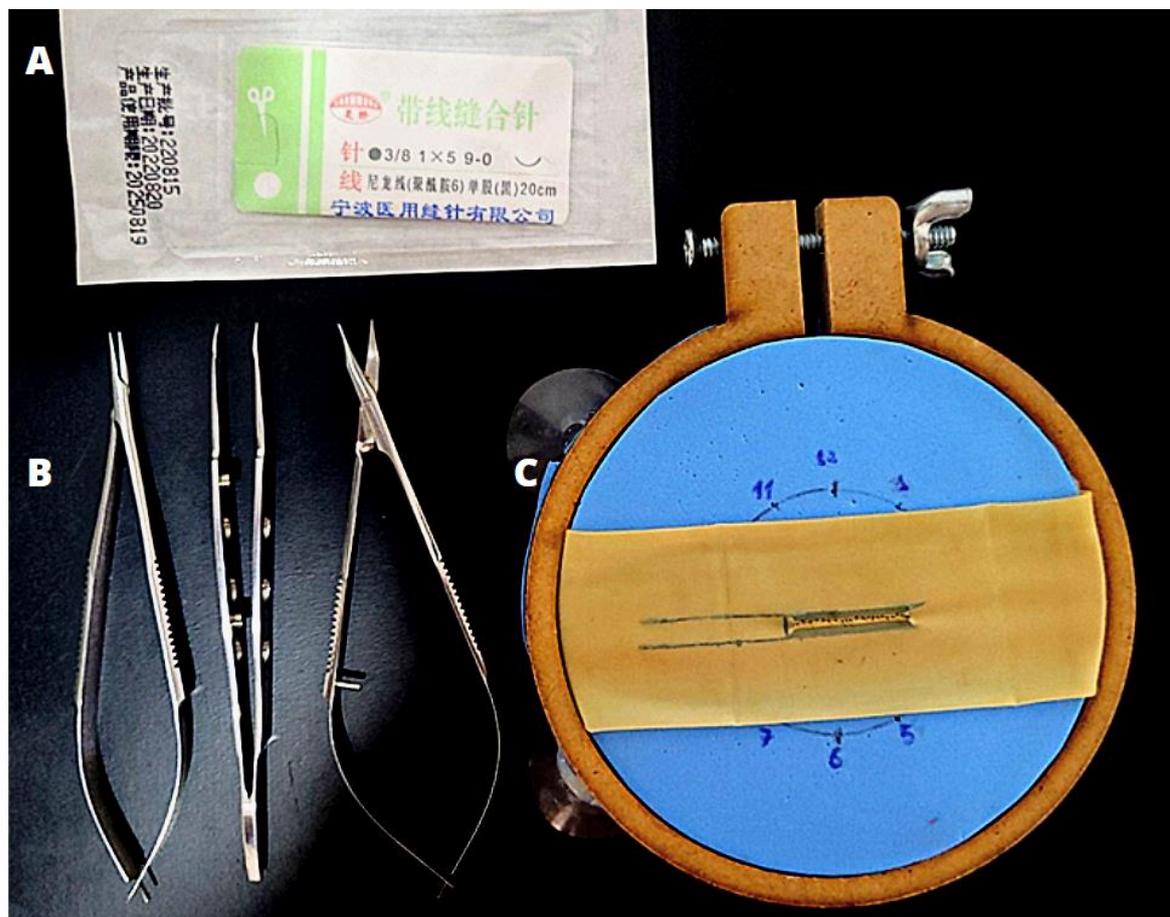
A última etapa consistiu na fabricação de um vaso de aproximadamente 2 mm de diâmetro ao se suturar as bordas de um dreno de penrose número 03, com pontos simples separados (Figura 11). Nesta etapa do treinamento, foi utilizado meio de magnificação óptica microscópio cirúrgico M90 DFVasconcellos com aumento de 10 X, fio 9-0 com agulha 3/8 círculo e 0,6 cm de comprimento da marca Ningbo medical needle, porta agulhas micro castroviejo curvo, pinça micro de apreensão curva e tesoura micro curva (Figura 12). Foi traçado na membrana do dreno duas linhas paralelas com 5 cm e uma distância de 4 mm entre elas, o cirurgião incisou as linhas a partir da marca central de 2,5 cm e dispôs pontos simples interrompidos para unir as bordas, a fim de concluir um vaso. Uma anastomose completa foi realizada por cada participante. Para esta etapa foi avaliada a equidistância entre os pontos, utilizando o aplicativo ImageJ, além do tempo para se concluir a tarefa.

Figura 11– Protótipo 3- simulação de vaso sanguíneo com diâmetro aproximado de 2 mm confeccionado com membrana fina de látex de um dreno de penrose nº 03



Fonte: Autora (2023)

Figura 12- Materiais utilizados na etapa 4 do treinamento: 1- Fio monofilamentar náilon 9-0 Ningbo medical needle; 2- Micro porta agulhas de castroviejo, micro pinça de apreensão curva e micro tesoura curva; 3- Protótipo 3



Fonte: Autora (2023)

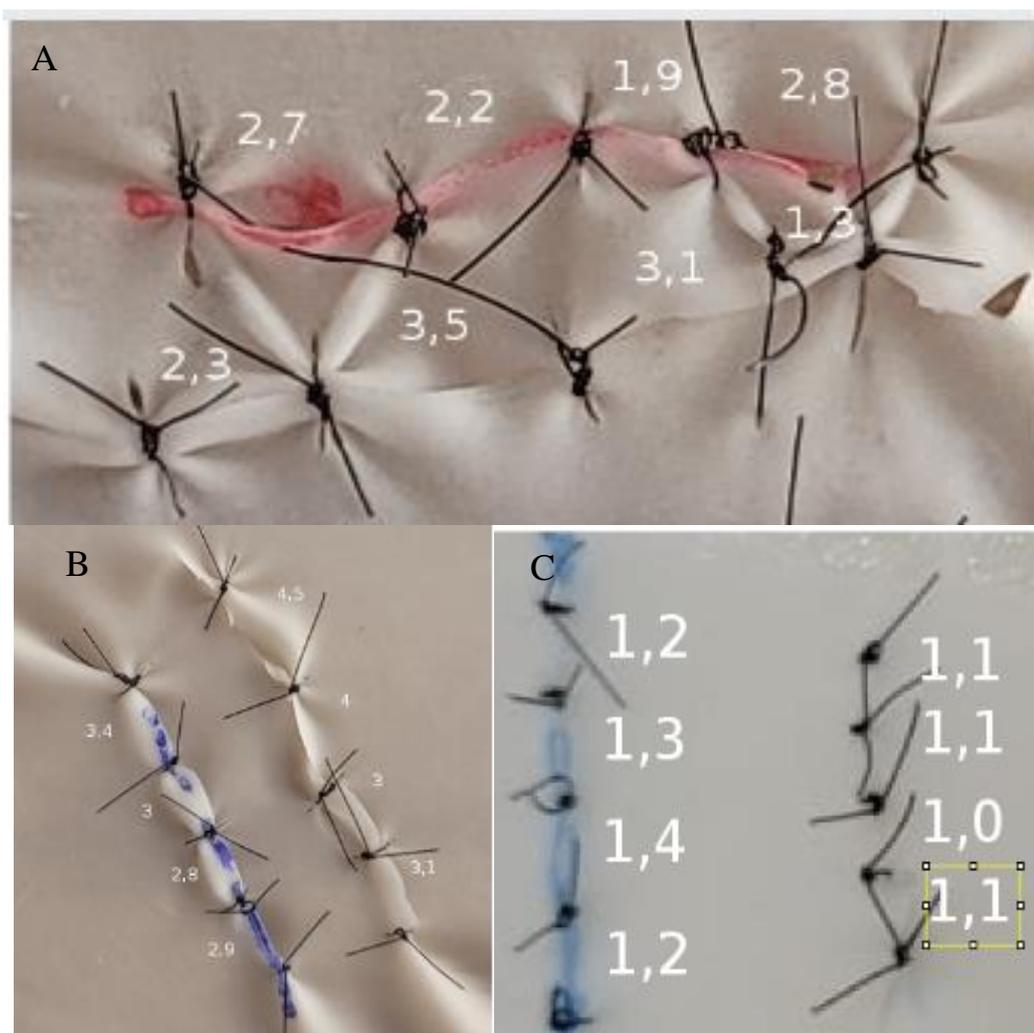
A análise estatística dos dados foi realizada com o GraphPad® versão 8.0. Os dados apresentados nas figuras representam valores médios \pm DP. A normalidade dos dados foi testada com o teste de Shapiro-Wilk. O teste de Grubbs usado para identificar outliers. Os dados foram analisados usando ANOVA de uma via e estatística descritiva para avaliar o coeficiente de variação e percentil, seguida pelo teste de comparações múltiplas de Tukey (dados paramétricos). O nível de confiança utilizado foi de 95% ($p < 0,05$).

Um total de 63 anastomoses foram realizadas por 7 candidatos que aceitaram participar do estudo. As suturas foram fotografadas e as imagens avaliadas por meio do software imageJ que permite uma avaliação mais precisa das distâncias de uma imagem, através de calibração do mesmo e transformação de pixels para milímetros, podendo-se calcular através dele valores de mínimo, máximo, média e desvio padrão dos dados inseridos. Esta avaliação por software foi realizada para cada sutura individualmente e então os dados

foram tabulados e utilizou-se o coeficiente de variação para avaliar o conjunto de dados de cada sutura realizada pelos participantes. Adotou-se valores de coeficiente até 25% para resultados homogêneos, acima de 25% não homogêneo.

A figura 13 mostra uma seleção de anastomoses realizadas durante o treinamento com pontuações variadas usando a ferramenta de avaliação de produto final. Figura 13 a demonstra a sutura com maior desvio padrão e coeficiente de variação $>25\%$, apresentando, portanto, baixa equidistância entre os pontos. Figura 13 b demonstra uma sutura com desvio padrão médio e coeficiente de variação $\leq 25\%$ sendo considerada adequada em relação a equidistância entre os pontos, e, por fim a Figura 13 c demonstra a sutura com menor desvio padrão das amostras, com coeficiente de variação $< 25\%$, sendo considerada ótima, com equidistância excelente entre os pontos.

Figura 13- Seleção de anastomoses realizadas durante a etapa 3 do treinamento. A- Maior desvio padrão da amostra, B- desvio padrão médio, C- menor desvio padrão da amostra

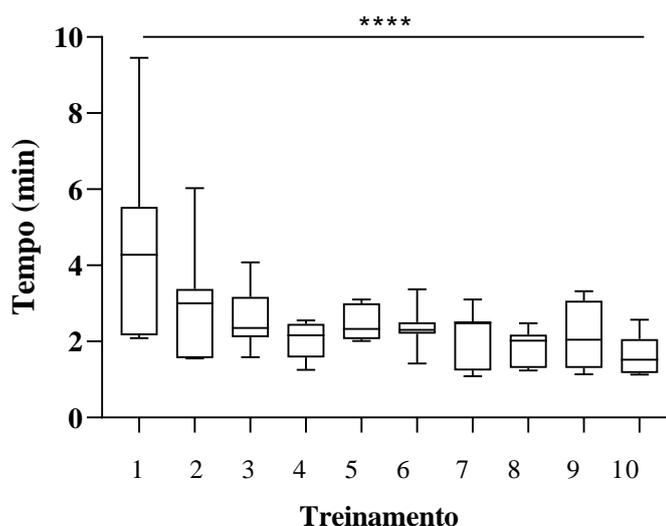


Fonte: Autora (2023)

5 RESULTADOS

Houve redução significativa no tempo ($p < 0,05$) para se concluir a tarefa quando comparado individualmente cada treinamento com o treinamento 1, e quando comparado o treino 1 com o treino 10 ($p < 0,0001$) os participantes obtiveram maior redução do tempo ao decorrer do treinamento (figura 14).

Figura 14- Tempo para concluir a tarefa em cada volta do Protótipo 1



Resultados expressos em média, tempo mínimo e máximo e \pm desvio padrão. **** $p < 0,0001$ diferença estatística significativa quando comparado treinamento 10 com o treinamento 1.

Em relação a capacidade motora dos participantes durante o treinamento utilizando o protótipo 1, notou-se que 100% dos participantes atingiram pontuação máxima a partir do treinamento de número 8 (tabela 1).

Tabela 1- Pontuação para capacidade motora avaliada durante o treinamento com o Protótipo 1

Pontuação	Treinamento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nível 1	30%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nível 2	70%	90%	90%	40%	10%	0%	10%	0%	0%	0%
Nível 3	0%	0%	10%	60%	90%	100%	90%	100%	100%	100%

Em relação a manejo dos instrumentos durante o treinamento utilizando o protótipo 1, notou-se que 100% dos participantes atingiram pontuação máxima a partir do treinamento de número 10 (tabela 2).

Tabela 2- Pontuação para manejo do instrumento avaliada durante o treinamento com o Protótipo 1

Pontuação	Treinamento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nível 1	0%	0%	0%	10%	0%	10%	10%	0%	0%	0%
Nível 2	90%	20%	60%	50%	60%	0%	10%	10%	20%	0%
Nível 3	10%	80%	40%	40%	40%	90%	80%	90%	80%	100%

Um total de 10 suturas de 56 no total avaliadas, apresentaram coeficiente de variação >25%, reprovando em qualidade, o que corresponde a 17,7 % de suturas reprovadas. Conforme observa-se na tabela 3 os participantes 5 e 6 realizaram todas as suturas com coeficiente de variação <25% sendo considerado ótimo. O maior número de falha (coeficiente de variação >25%) foi encontrado no grupo das suturas horizontais. O grupo de suturas Superior esquerdo apresentou menor falha entre os participantes, onde todas as suturas foram aprovadas no teste sutura superior esquerda 2.

Tabela 3- Coeficiente de variação das suturas dos participantes referente a etapa 3 do treinamento. Conjunto de dados foi avaliado usando média \pm desvio padrão. Estatísticas descritiva do conjunto de dados de cada amostra: ANOVA

Suturas	Participantes						
	1	2	3	4	5	6	7
SH1	17,25	17,68	31,49	15,18	15,71	8,49	8,14
SH2	27,72	38,09	11,30	24,71	17,39	19,02	31,56
SV1	6,49	39,62	25,58	15,06	7,59	15,25	11,95
SV2	10,10	17,23	20,38	8,00	4,65	16,34	29,99
SE1	15,60	8,68	13,95	25,06	19,34	8,69	20,73
SE2	13,98	17,76	8,32	8,14	9,34	1,76	10,84
SD1	8,69	26,35	14,11	8,53	10,50	13,33	11,90
SD2	11,37	26,91	24,78	14,53	5,49	5,49	19,18

SH –Sutura horizontal; SV – Sutura vertical; SE – Sutura Superior esquerdo; SD – Sutura Superior direito

- O participante de número 1 atingiu 87,5% de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 2 atingiu 50 % de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 3 atingiu 75 % de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 4 atingiu 87,5 % de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 5 atingiu 100 % de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 6 atingiu 100 % de suturas consideradas ótimas;
- O participante de número 7 atingiu 75 % de suturas consideradas ótimas.

Apenas o participante 2 apresentou resultado não satisfatório durante esta etapa do treinamento.

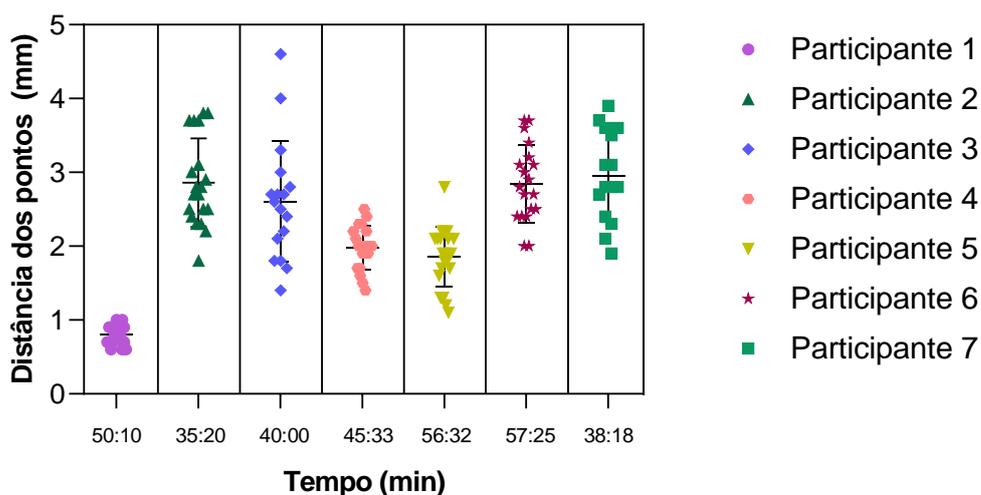
Conforme observa-se na tabela 4, a maior média de tempo foi apresentada na sutura horizontal 1, e o maior coeficiente de variação entre as suturas na sutura horizontal 2. Os menores tempos aparecem a partir da sutura superior esquerda 1. A menor média de coeficiente de variação se observa na sutura superior esquerda 2.

Tabela 4- Coeficiente de variação das suturas dos participantes do treinamento, valores expressos em porcentagem (%) e tempo (min) para realizar as suturas. Conjunto de dados foi avaliado usando média \pm desvio padrão. Estatísticas descritiva do conjunto de dados

		S.H-1	t (min)	S.H-2	t (min)	S.V-1	t (min)	S.V-2	t (min)	S.E-1	t (min)	S.E-2	t (min)	S.D-1	t (min)	S.D-2	t (min)
Participantes	P1	17,25	25	27,72	16	6,49	8	10,10	12	15,60	8	13,98	8	8,69	8	11,37	8
	P2	17,68	8,38	38,09	9,38	39,62	7,50	17,23	7,35	8,68	9	17,76	5,35	26,35	9,36	26,91	5,35
	P3	31,49	10,39	11,30	8,36	25,58	6,50	20,38	8,18	13,95	8,31	8,32	7,30	14,11	10,10	24,78	7,40
	P4	15,18	11,52	25,71	11,40	15,06	11,10	8,00	11,10	25,06	7	6,45	6,42	8,53	10,15	14,53	9,25
	P5	15,71	22	17,39	15	7,59	13,45	4,65	14	19,34	9,54	9,34	11	10,50	13	5,49	12,33
	P6	8,49	24,35	19,02	16,30	15,25	11,12	16,34	11,50	8,69	11,40	17,76	10,50	13,33	9,02	5,49	7,40
	P7	8,14	33	31,56	18,24	11,95	17,17	29,99	15,17	20,73	12,05	10,84	8,32	11,90	12,38	19,18	9,39

A média de tempo para concluir a tarefa foi de 00:46:20, não apresentando variação importante entre os participantes. O participante de número 4 apresentou menor coeficiente de variação, mas não necessariamente o menor tempo para realização da tarefa, conforme observado na figura 15.

Figura 15- Distância dos pontos da Sutura de vaso realizado na etapa 4 do treinamento e tempo de cada participante



Em relação ao coeficiente de variação dos pontos na sutura realizada na etapa 4 do treinamento, somente o participante 3 obteve variações nos pontos de sutura não homogêneo (acima de 25%) (Tabela 5).

Tabela 5- Coeficiente de variação dos pontos da Sutura de vaso realizado na etapa 4 do treinamento para cada participante

Participante	Coeficiente de variação (%)
1	15,85
2	20,93
3	31,34
4	14,89
5	21,78
6	18,38
7	20,91

Conforme tabela 6, 100 % dos participantes concordaram completamente que houve melhora da precisão, movimento da mão, habilidade motora com o treinamento. Noventa por cento 90% dos participantes concordaram completamente que o treinamento melhorou a capacidade de concentração. A maioria dos participantes concordaram completamente que o tempo de treinamento foi suficiente para desenvolver as atividades propostas. Sendo que 90% dos participantes concordaram completamente que o treinamento permitiu uma curva de aprendizagem crescente. Por fim, 100 % dos participantes concordaram completamente que o treinamento permitiu adquirir capacidade de manipular corretamente os instrumentais e utilizar o sistema de magnificação.

Tabela 6- Resultados da ficha de autoavaliação preenchida pelos participantes ao final do treinamento

1. Houve melhora da precisão, movimento da mão, habilidade motora com o treinamento						
Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante
1	2	3	4	5	6	7
5	5	5	5	5	5	5
2. Melhorou a capacidade de concentração						
Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante
1	2	3	4	5	6	7
5	5	5	5	5	5	3
3. O tempo de treinamento foi suficiente para desenvolver as atividades propostas						
Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante
1	2	3	4	5	6	7
5	5	5	4	5	4	5
4. O treinamento permitiu uma curva de aprendizado crescente						
Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante
1	2	3	4	5	6	7
5	5	5	5	5	4	5
5. O treinamento permitiu adquirir capacidade de manipular corretamente os instrumentais e utilizar o sistema de magnificação						
Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante	Participante
1	2	3	4	5	6	7
5	5	5	5	5	5	5

1. Discordo completamente; 2. Discordo; 3. Neutro; 4. Concordo um pouco; 5. Concordo completamente.

6 DISCUSSÃO

A apresentação dos meios ópticos de magnificação, sua correta manipulação, ajuste de lentes e correto posicionamento corporal, bem como manejo dos instrumentais e protótipos utilizados no início do treinamento permitiu que as próximas etapas fossem realizadas, e consiste de uma etapa crucial para uma boa técnica e desenvolvimento de habilidades, assim como discutido por DOBROWOLSKI, 2010; ISOLAN, G. R. *et al.*, 2010.

Os protótipos foram desenvolvidos para permitir alta repetibilidade, fundamental em treinamentos microcirúrgicos. As tarefas apresentaram curva crescente de desafios para estimular o desenvolvimento progressivo das habilidades. O modelo de treinamento, o número de suturas e tarefas desenvolvidas, foi seguido com base nas orientações exigidas pela *International micro surgery simulation society*.

Os métodos de avaliação e escalas de pontuação utilizadas neste trabalho se basearam nas escalas já existentes e validadas na medicina humana, onde avaliação subjetiva e objetiva foram realizadas, bem como a avaliação do produto final por meio da análise da equidistância entre os pontos. Estes métodos de avaliação se mostraram úteis para observar o desempenho e evolução dos participantes durante o treinamento (GHANEM *et al.*, 2020; SHARMA & SURI, 2022).

A avaliação dos requisitos manejo do instrumental e coordenação motora utilizada neste trabalho poderia ter sido realizada por mais de um avaliador para fins de comparação dos dados e confirmação dos mesmos, visto que é um método subjetivo e que pode sofrer certa variação entre os avaliadores (GHANEM *et al.*, 2020; SATTERWHITE *et al.*, 2014).

A utilização do software ImageJ para análise das suturas realizadas neste trabalho como método de análise do produto final mostrou-se uma ferramenta válida, permitindo uma mensuração acurada das distâncias entre os pontos e assim uma avaliação sobre a qualidade das suturas realizadas ao longo do treinamento, mostrou-se uma plataforma eficaz de feedback para auxiliar na aquisição de habilidades em treinamento microcirúrgico, como complemento aos sistemas de pontuação atuais em microcirurgia simulada (KIM, E. *et al.*, 2020).

De acordo com a tabela 1, 100 % dos participantes atingiram pontuação máxima a partir do treino de número 8, demonstrando que a repetição leva a uma melhora da capacidade motora. Conforme tabela 2, 100 % dos participantes atingiram pontuação máxima no treino 10 demonstrando que a repetição leva a uma maior facilidade de manejo do instrumental.

Todos os participantes melhoraram de forma significativa e progressiva suas habilidades motoras, manejo com o instrumental e reduziram o tempo necessário para

desenvolver as atividades durante o treinamento com o protótipo 1 baseado no *Microclock*, assim como observado nos estudos realizados, comprovando a eficácia do treinamento utilizando esta ferramenta (GUERRESCHI et al., 2014; KHAROUF et al., 2019).

O tempo médio dos participantes para o desenvolvimento da tarefa ao treinamento de número 10, foi de 110 segundos, sendo considerado ótimo, tendo como base nos estudos o tempo considerado limite para treinamento semelhante foi de 180 segundos (KHAROUF et al., 2019)

O protótipo 2 utilizado para o treinamento na terceira etapa, se mostrou eficiente visto que dos sete candidatos, seis atingiram >75 % de suturas, consideradas ótimas. O método de avaliação objetivo utilizado para analisar o produto final, por meio da equidistância entre os pontos com análise no software imageJ se mostrou uma boa ferramenta de avaliação, sendo precisa e forneceu dados estatísticos sobre o produto final, possibilitando análise completa e, não apenas subjetiva, como por meio de visualização direta das suturas. (KIM et al., 2020)

O maior número de falha (coeficiente de variação >25%) foi encontrado no grupo das suturas horizontais, isto se deve possivelmente por ser o primeiro contato dos participantes a tarefa. Sendo natural que os mesmos apresentassem maior dificuldade em realizar a sutura e apresentassem tempo maior nesta categoria. Assim como descrito por MURDOCH et al., 1994, é reconhecido que as técnicas microcirúrgicas são mais desafiadoras do que as empregadas na prática macro cirúrgica por uma variedade de razões: o manuseio de tecidos delicados, uso de instrumentos e materiais delicados, e o alto nível de destreza necessária. Estruturas manipuladas de proporções minúsculas, que contrastam com a cirurgia macroscópica.

O grupo de suturas Superior esquerdo apresentou menor falha entre os participantes, onde todas as suturas foram aprovadas no teste sutura superior esquerda 2, isto demonstra a evolução positiva dos participantes que apresentaram maior destreza em realizar as suturas do último grupo após várias repetições.

Apenas o participante 2 apresentou resultado não satisfatório durante esta etapa do treinamento, podendo ser atribuído a fatores do indivíduo de forma isolada (estresse, cansaço, fatores emocionais).

Observou-se redução do tempo ao decorrer da realização das suturas demonstrando melhora da habilidade motora, mas não se pode relacionar menor tempo com melhor qualidade e equidistância dos pontos, visto que em várias suturas o participante com tempo inferior não apresentou menor coeficiente de variação, ao se comparar com um participante com tempo maior para realização da tarefa que apresentou menor coeficiente de variação, isso

pode demonstrar que para a realização da técnica microcirúrgica é necessário paciência e calma para melhor desempenho.

Conforme se observa na tabela 4, a maior média de tempo foi apresentada na sutura horizontal 1, e o maior coeficiente de variação entre as suturas na sutura horizontal 2. Assim como explicado anteriormente é esperado maior tempo e menor qualidade das suturas iniciais, observando-se melhora destes parâmetros com as repetições. Os menores tempos aparecem a partir da sutura superior esquerda 1. A menor média de coeficiente de variação se observa na sutura superior esquerda 2.

O protótipo 3, utilizado na quarta etapa, mostrou-se uma ferramenta adequada ao treinamento de suturas, apenas um participante apresentou coeficiente de variação entre os pontos com $>25\%$. Esta tarefa poderia ter sido executada duas vezes, a fim de comparação dos produtos finais em termos de melhor desempenho com a repetição.

Novamente não se correlaciona menor tempo com qualidade de sutura pois o participante de número 4 apresentou menor coeficiente de variação, mas não necessariamente o menor tempo para realização da tarefa, conforme observado na figura 17, reforçando que a prática da microcirurgia demanda destreza, mas também paciência e calma dos participantes.

Somente o participante 3 obteve variações nos pontos de sutura não homogêneo (acima de 25%), podendo ser considerado fator individual.

Os materiais sintéticos se mostram uma opção válida para treinamentos iniciais em microcirurgia. Todos os protótipos utilizados neste treinamento são fáceis de serem reproduzidos, e apresentam baixo custo, sendo uma opção viável de ser inserida em treinamentos básicos (CHAOUAT et al. 2008; SHUREY et al., 2014; PHILLIPS et al., 2018; VOLOVICI et al., 2019; SANTOS et al., 2021).

A autoavaliação ao final do treinamento, permitiu uma visão geral da parte dos participantes e permite que ajustes possam ser feitos em treinamentos futuros. Neste estudo o treinamento proposto teve boa aceitação pelos candidatos (SATTERWHITE et al., 2014; PHILLIPS et al., 2018; VOLOVICI, V. et al.2019).

7 CONCLUSÕES

1. Este modelo experimental se mostrou adequado para ser utilizado em treinamentos básicos de microcirurgia.
2. Apresenta baixo custo, fácil reprodução e permite alta repetibilidade em ambiente controlado.
3. Permite uma curva de aprendizado crescente.
4. O modelo de treinamento cumpriu com os objetivos propostos de capacitar os participantes em utilizar o microscópio cirúrgico e os instrumentais.
5. O modelo é capaz de desenvolver a coordenação da percepção óptica e habilidade manual necessárias para microcirurgias.
6. Mais métodos objetivos de avaliação do produto final devem ser estudados para permitir melhor validação de ferramentas utilizadas em cursos e treinamentos de microcirurgia, garantindo sua qualidade aos participantes.

REFERÊNCIAS

ABI-RAFEH, J. *et al.* Nonbiological Microsurgery Simulators in Plastic Surgery Training: A Systematic Review. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 144, n. 3, p. 496e-507e, 2019.

ACHAR, R. A. N. *et al.* Experimental model for learning in vascular surgery and microsurgery: esophagus and trachea of chicken. **Acta cirurgica brasileira**, v. 26, n. 2, p. 101-106, 2011.

ADERIBIGBE, R. O. *et al.* Latex glove conduit as improvised blood vessel model for microvascular anastomosis training. **JPRAS open**, 2020.

BRUNELLI, A. T. J. *et al.* Sclerocorneal limbal stem cell autograft transplantation in dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 1194-1204, 2007.

BUDGEON, C. *et al.* Carrel patch technique for renal transplantation in cats. **Veterinary Surgery**, v. 46, n. 8, p. 1139-1144, 2017.

CASAL, D. *et al.* A model of free tissue transfer: the rat epigastric free flap. **JoVE (Journal of Visualized Experiments)**, n. 119, p. e55281, 2017.

CHAOUAT, M. *et al.* A novel cross-linked polyvinyl alcohol (PVA) for vascular grafts. **Advanced Functional Materials**, v. 18, n. 19, p. 2855-2861, 2008.

DE ALMEIDA, K. B. *et al.* Avulsão de plexo braquial em gato: Relato de caso. **PUBVET**, v.16, n.4, a1099, p.1-7, 2022.

DIAS, I. S. *et al.* Treinamento inicial em microcirurgia. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 25, n. 4, p. 595-599, 2010.

FANTINI, B. S. *et al.* Reconstruções microcirúrgicas realizadas no Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina: análise e discussões de casos. **ACM Arquivos Catarinenses de medicina**, p. 60-64, 2014.

GHANEM, A. *et al.* International microsurgery simulation society (IMSS) consensus statement on the minimum standards for a basic microsurgery course, requirements for a microsurgical anastomosis global rating scale and minimum thresholds for training. **Injury**, 2020.

GUERRESCHI, P. *et al.* Reducing the number of animals used for microsurgery training programs by using a task-trainer simulator. **Laboratory animals**, v. 48, n. 1, p. 72-77, 2014.

ISOLAN, G. R. *et al.* Considerações técnicas no treinamento de anastomoses microvasculares em laboratório de microcirurgia. **JBNC-JORNAL BRASILEIRO DE NEUROCIRURGIA**, v. 21, n. 1, p. 8-17, 2010.

KHAROUF, N. *et al.* Benefits of using the “Micro-Clock” to evaluate the acquisition and maintenance of microsurgery skills. **Hand Surgery and Rehabilitation**, v. 38, n. 6, p. 353-357, 2019.

KIM, E. *et al.* The end game—A quantitative assessment tool for anastomosis in simulated microsurgery. **Journal of Plastic, Reconstructive & Anesthetic Surgery**, 2020.

MARCONDES, C. A. *et al.* Padronização técnica no treinamento em microcirurgia do serviço de cirurgia plástica e microcirurgia reconstrutiva do hospital universitário Walter Cantídio da Universidade Federal do Ceará (HUWC/UFC). **ver BrasCirPlást**, v. 29, n. 2, p. 283-8, 2014.

MARTINS, P. N. A. Importância da microcirurgia experimental para transplantes de órgãos. **Acta Cir. Bras**, p. 01-06, 2003.

MASON, K. A. *et al.* Twelve tips for postgraduate or undergraduate medics building a basic microsurgery simulation training course. **Medical teacher**, v. 38, n. 9, p. 872-878, 2016.

MAVROGENIS, A. F. *et al.* The history of microsurgery. **European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology**, v. 29, n. 2, p. 247-254, 2019.

MCDOUGALL, E. M. Validation of surgical simulators. **Journal of endourology**, v. 21, n. 3, p. 244-247, 2007.

MURDOCH, J. R. *et al.* Can a simple test of visual-motor skill predict the performance of microsurgeons. **Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh**, v. 39, n. 3, p. 150-152, 1994.

OLIVEIRA, A. L. A. **Técnicas cirúrgicas em pequenos animais**. Elsevier, 2018.

PAZZINI, J. M., MORAES, P. C. Princípios e técnicas de cirurgias reconstrutivas da pele de cães e gatos (atlas colorido). **Medvep, Curitiba**, v. 1, p. 95-102, 2015.

PEIXOTO, T. M. B. Ureterorrafia microcirúrgica: consolidação da técnica. **Portal Regional da BVS**. 2020.

PHILLIPS, H. *et al.* Validation of a model of feline ureteral obstruction as a tool for teaching microsurgery to veterinary surgeons. **Veterinary Surgery**, v. 47, n. 3, p. 357-366, 2018.

SANTOS, D. R. *et al.* O oftalmologista e as uvas: Um modelo de treinamento microcirúrgico. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 79, p. 366-369, 2021.

SATTERWHITE, T. *et al.* The Stanford Microsurgery and Resident Training (SMaRT) Scale: validation of an on-line global rating scale for technical assessment. **Annals of plastic surgery**, 2014, 72: S84-S88.

SHARMA, R., SURI, A. Microsurgical suturing assessment scores: a systematic review. **Neurosurgical review**, v. 45, n. 1, p. 119-124, 2022.

SHUREY, S. *et al.* The rat model in microsurgery education: classical exercises and new horizons. **Archives of plasticsurgery**, v. 41, n. 3, p. 201, 2014.

STANFORD. Stanford medicine, 2020. Página inicial. Disponível em: <https://plasticsurgery.stanford.edu/education/microsurgery/preparation.html/>. Acesso em: 17 set. 2020.

TAMAI, S. History of microsurgery. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 124, n. 6S, p. e282-e294, 2009.

VOLOVICI, V. *et al.* The flower petal training system in microsurgery: validation of a training model using a randomized controlled trial. **Annals of plastic surgery**, v. 83, n. 6, p. 697-701, 2019.

ANEXO

ANEXO I - FICHA DE AUTOAVALIAÇÃO

Com o intuito de avaliar o treinamento básico de microcirurgia

1. **Discordo completamente**
2. **Discordo**
3. **Neutro**
4. **Concordo um pouco**
5. **Concordo plenamente**

1. **Houve melhora da precisão, movimento da mão, habilidade motora com o treinamento**

1 2 3 4 5

2. **Melhorou a capacidade de concentração**

1 2 3 4 5

3. **O tempo de treinamento foi suficiente para desenvolver as atividades propostas**

1 2 3 4 5

4. **O treinamento permitiu uma curva de aprendizado crescente**

1 2 3 4 5

5. **O treinamento permitiu adquirir capacidade de manipular corretamente os instrumentais e utilizar o sistema de magnificação**

1 2 3 4 5