

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

LUCIANA ATAYDE DA HORA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO EM IMPRESSÃO 3D PARA
HEMOSTASIA CIRÚRGICA NA CASTRAÇÃO DE GATAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

São José dos Campos, Abril/2024.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

LUCIANA ATAYDE DA HORA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO EM IMPRESSÃO 3D PARA
HEMOSTASIA CIRÚRGICA NA CASTRAÇÃO DE GATAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientador(a): Prof. Dr. Carlos José de Lima

São José dos Campos, Abril/2024.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI

LUCIANA ATAYDE DA HORA

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO EM IMPRESSÃO 3D PARA
HEMOSTASIA CIRURGICA NA CASTRAÇÃO DE GATAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos José de Lima
Orientador
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Ricardo Siqueira da Silva (externo)
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

Prof. Dra. Livia Helena Moreira da Silva Melo (interno)
Co Orientadora
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Renato Amaro Zângaro (coordenação)
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Leandro Procópio Alves (Suplente interno)
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Henrique Cunha de Carvalho (Suplente externo)
Instituto Tecnológico Federal do Paraná

São José dos Campos, abril/2024

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da Universidade, do autor e do orientador.

LUCIANA ATAYDE DA HORA

Médica Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2011);
Mestranda em Engenharia Biomédica UAM-CITÉ. Especializada em cirurgia
geral de tecidos moles. Master em otologia. Atua também em endoscopia
digestiva alta e baixa, broncoscopia e otorrinolaringologia de animais de
companhia. Diretora Anclivepa RJ, Coordenadora dos Cursos de pós-graduação
em Cirurgia Geral, Cardiologia, Oftalmologia, Endoscopia e gastroenterologia da
Faculdade Anclivepa RJ-CEO do Hospital Veterinário La Vet- RJ.

Ficha Catalográfica

Hora, Luciana Atayde da

Desenvolvimento de dispositivo em impressão 3d para hemostasia cirúrgica na
castração de gatas/ Luciana Atayde da Hora – 2024.

53f.:30cm

Orientador: Carlos José de Lima.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade Anhembi Morumbi,
São José dos Campos, 2023.

Bibliografia:

1. Engenharia biomédica. 2. impressão 3d. 3. hemostasia. 4. castração gatas. 5.
dispositivo cirúrgico. I. Título.

CDD 610.28

DEDICATÓRIA

À minha mãezinha linda que permaneceu firme ao meu lado me dando todo apoio necessário quando nem ela mesma tinha onde se apoiar, quando nosso mundo caiu. Você é o amor da minha vida, Angélica Gomes Atayde da Hora

Ao meu paizão querido, Ubiratan Sarquis da Hora (*in memoriam*) que dedicou sua vida a me dar todo apoio necessário para estudar sempre e cada vez mais.

“How I wish, how i wish you were here”. Eu te amo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor André Mendes pela amizade e atenção que teve a uma conversa que ocorreu há 12 anos atrás, que me permitiu a inserção neste programa de pós-graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos José de Lima, por sempre estar presente, pelo carinho e compreensão em todas as questões.

À minha coorientadora, Lívia Helena Moreira da Silva Melo, uma das mulheres mais incríveis que eu conheço, por me dar a oportunidade de poder aprender um pouquinho com ela. Como uma mãe, de verdade, que orienta, corrige, encoraja e vibra com a conquista dos filhos, você esteve ao meu lado, inclusive apoiando em outros momentos, onde apenas uma mãe poderia estar mesmo.

Ao Rafael Pfaff Marinho, que foi meu companheiro e meu amigo. Que segurou sozinho TANTAS coisas, que deveríamos segurar juntos, para que esse trabalho fosse realidade. Eu te amo.

Aos meus filhos Arthur e Daniel, que não puderam contar com minha presença em tantos momentos importantes e mesmo tão pequeninos, sempre compreenderam meus motivos. Vocês são o maior presente da minha vida! Eu amo vocês.

À minha irmã Luíza Atayde da Hora por apoiar meus projetos e vibrar por minhas conquistas.

À minha sócia Ilana por se manter na retaguarda durante todo este tempo, me apoiando e incentivando.

À minha amiga e médica veterinária imaginologista, Thais Passos, por gentil e cuidadosamente realizar todos os exames de imagem necessários para este projeto.

À Camila Souza, Priscila Silva, Roberta Oliveira e Fábio Oliveira por auxiliarem nos cuidados pré, trans e pós-operatórios dos animais e nos cuidados com a limpeza, classificação, armazenamento e esterilização dos dispositivos.

Aos demais companheiros de trabalho do Hospital Veterinário La Vet por todo apoio.

Aos responsáveis que autorizaram a participação de seus animais amados neste projeto. Que confiaram, torceram e se dispuseram a participar do processo: Rosemary, Priscila e Alexandre

Sem vocês nada disso teria sido possível.

Obrigada, Deus, por me abençoar tanto!

“E se as cabeças fossem quadradas?
E se bastassem três acordes?
E se ciência e religião fizessem as pazes?
E se fosse possível prever o futuro?
E se?
Questione,
Descubra,
Mude.
O conhecimento é irresistível.”

F/Nazca Saatchi & Saatchi

RESUMO

As cirurgias de castração em fêmeas de gatas constituem uma importante ferramenta de controle populacional da espécie. Recentemente foi observado um aumento da população de animais errantes, o que gera desconforto na sociedade devido ao aumento do risco de disseminação de zoonoses, além de provocar sofrimento dos animais por escassez de alimentos, exposição a doenças e intempéries. O aumento das cirurgias de castração trouxe à tona discussões sobre métodos de otimização, redução e controle de injúrias provocadas muitas vezes pela falta de experiência do profissional levando a complicações envolvendo hemorragia, podendo levar inclusive o animal à óbito. O objetivo deste estudo foi desenvolver um dispositivo mecânico utilizando material polimérico biocompatível capaz de ocluir vasos sanguíneos e o lúmen do útero visando a castração de gatas, em substituição aos dispositivos tradicionais como fios e grampos cirúrgicos. O projeto foi concebido utilizando o software “Inventor” voltado para projetos mecânicos, sendo a produção das peças realizada via impressão 3D utilizando nylon. Inúmeros ensaios foram realizados para testar a união e o travamento do conjunto de peças, até que estes fossem considerados adequados para o ensaio em animais. Após procedimentos de desinfecção/esterilização do dispositivo utilizando autoclave e óxido de etileno, foram realizados testes clínico-cirúrgicos em 5 gatas. Os implantes foram avaliados através da técnica de ultrassonografia, sendo que os resultados evidenciaram a capacidade do dispositivo em alojar os tecidos circunjacentes, ocluindo com eficiência os vasos sanguíneos e a luz do útero sem produzir sangramento ou outros efeitos adversos. Tais resultados foram corroborados pelos hemogramas realizados ao longo da recuperação das gatas castradas, mostrando não haver alterações nos exames que sugiram padrão inflamatório ou infeccioso pós-cirúrgico. O procedimento utilizando o dispositivo desenvolvido para hemostasia cirúrgica na castração de gatas, se mostrou como uma excelente opção quando comparado aos protocolos tradicionais utilizando amarração envolvendo fios de sutura ou selamento por cauterização, além de ser realizado em tempo muito inferior ao procedimento tradicional com custos extremamente baixos.

Palavras-chave: Dispositivo de selamento, Impressão 3D, Castração, Engenharia Biomédica.

ABSTRACT

Spaying surgeries in female cats constitute an important tool for population control of the species. Recently, an increase in the stray animal population has been observed, which causes discomfort in society due to the increased risk of zoonotic disease dissemination, in addition to causing suffering to the animals due to food scarcity, exposure to diseases and harsh weather. The increase in spaying surgeries has brought to light discussions about methods for optimizing, reducing, and controlling injuries caused often by the professional's lack of experience, leading to complications involving hemorrhage, and potentially even leading to the animal's death. The objective of this study was to develop a mechanical device using biocompatible polymeric material capable of occluding blood vessels and the uterine lumen for the purpose of spaying cats, in replacement of traditional devices such as surgical threads and clips. The project was conceived using "Inventor" software aimed at mechanical designs, with the production of the parts carried out via 3D printing using nylon. Numerous tests were performed to assess the joining and locking of the assembly of parts, until these were considered suitable for testing in animals. After disinfection/sterilization procedures of the device using autoclave and ethylene oxide, clinical-surgical tests were performed on 5 cats. The implants were evaluated using the technique of ultrasonography, and the results demonstrated the device's ability to accommodate the surrounding tissues, efficiently occluding the blood vessels and the uterine lumen without producing bleeding or other adverse effects. These results were corroborated by the hemograms performed throughout the recovery of the spayed cats, showing no alterations in the exams that suggest a post-surgical inflammatory or infectious pattern. The procedure using the device developed for surgical hemostasis in cat spaying proved to be an excellent option when compared to traditional protocols using ligation involving suture threads or sealing by cauterization, in addition to being performed in a much shorter time than the traditional procedure with extremely low costs."

Keywords: Biomedical Engineering. 3d Print. Hemostasis. Feline neutering. Surgery device.

SUMÁRIO

1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	16
Objetivo geral.....	16
Objetivos específicos	16
Justificativa.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
História da castração	17
Quanto a idade para realizar o procedimento	18
Por que não utilizar fármacos anticoncepcionais?	18
Como são realizadas atualmente as cirurgias eletivas de castração?	19
Materiais usados em Técnicas de Ligadura	22
a) Fios Cirúrgicos.....	22
b) Grampo Metálico	24
c) Laser.....	25
Métodos não convencionais.....	25
a) Abraçadeiras de nylon	25
b) Fios de pesca	26
c) Nós realizados com a própria estrutura anatômica do órgão feminino.	27
HISTORIA DA IMPRESSÃO 3D	27
Náilon ou Poliamida	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
Escolha da Matéria Prima.....	29
Impressoras utilizadas	29
5. RESULTADOS	30
Testes <i>in vitro</i>	35
Testes <i>ex vivo</i>	36
Testes <i>in vivo</i>	36
6. DISCUSSÃO	46
7. CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS.....	55

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Projeção de número de animais se reproduzindo em 6 anos.	18
Figura 2. Região de incisão infra-umbilical; “pesca do útero”; posicionamento das pinças.....	20
Figura 3. Esquema de ligadura em “8” para oclusão de vasos.....	21
Figura 4. Esquema de ligadura abraçando toda a estrutura do órgão.	21
Figura 5. Classificação dos tipos de fios de suturas quanto à sua absorção, origem e composição do material.....	23
Figura 6. Primeiro design e resultado da primeira impressão.....	30
Figura 7. Comparação entre a impressão do primeiro design e a do segundo.	31
Figura 8. Desenvolvimento de um novo design.....	31
Figura 9. Impressão em resina com tecnologia SLA.	32
Figura 10. Desenho esquemático mecânico de modelo considerado adequado para implantação <i>in vivo</i>	33
Figura 11. Impressão do design final.	33
Figura 12. Autoclave	35
Figura 13. Esterilização por oxido de etileno.....	35
Figura 14. As duas primeiras imagens mostram o dispositivo nos pontos de secção de entre útero e ovários, no corpo do útero, e a última imagem mostra o ponto de secção da cérvix.....	36
Figura 15. Imagens ultrassonográficas do dispositivo após implantação na gata “babador”	37
Figura 16. Imagens do dispositivo após implantação na gata “dinha”	37
Figura 17. Imagens do dispositivo após implante na gata “mia”	38
Figura 18. Imagens do dispositivo após implante na gata “Menina”.....	38
Figura 19. Imagens do dispositivo após implantação na gata “pretinha”	38
Figura 20. Variação dos valores séricos da Enzima ALT	39
Figura 21. Variação da enzima Creatinina	40
Figura 22. Variação da Enzima GGT	42
Figura 23. Variação do Hematócrito.....	42
Figura 24. Variação do Leucograma Global	43
Figura 25. Variação das plaquetas.....	44
Figura 26. Variação da Ureia	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Hemograma e bioquímica (mean \pm SD) em felinos (n=5) antes (dia 0) e depois (2-60 dias) da cirurgia.	38
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ovariosalpingohisterectomia- OSH

Instituto Brasileiro de Geografia e estatística- IBGE

Centros de Controle de Zoonoses (CCZs)

World Small Animal Veterinary Association (WSAVA)

Associação brasileira de normas técnicas – Norma Brasileira (ABNT – NBR)

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Microscopia Ótica (MO)

Microscopia de Força Atômica (AFM)

Difração de Raios X (DRX)

Espectrometria de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER).

neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG)

Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV)

ácido polilático (PLA)

estereolitografia (SLA)

óxido de etileno (ETO).

Medicação Pré Anestésica (MPA)

Intramuscular (IM)

Endovenosa (EV)

policloreto de vinil (PVC)

INTRODUÇÃO

A Ovariosalpingohisterectomia (OSH), mais conhecida como castração, é o procedimento cirúrgico mais realizado pelos veterinários de todo o mundo (MARCHINI, AMOROSO, 2021; ALVES, HEBLING, 2020; ATAIDE *et al.*, 2020). Quando realizada em fêmeas pode ser feita de duas formas: retirada apenas dos ovários (ovariectomia), poupando o útero (KUTZLER, 2020) ou retirada de útero e ovários (OSH) (SILVEIRA *et al.*, 2013). O objetivo é reduzir a reprodução desordenada e prevenir algumas doenças, como as que afetam os órgãos retirados no procedimento como infecção uterina, tumor de útero, tumores ovarianos, cistos etc. (MARCHINI, AMOROSO, 2021; EVANGELISTA, BIEGELMEYER, 2020; NASCIMENTO, 2022).

Uma das grandes preocupações que o cirurgião tem durante a realização dos procedimentos tem a ver com a hemostasia, que visa controlar o sangramento durante as incisões e excisões cirúrgicas por meio de grampeamento, estrangulamento ou cauterização de vasos sanguíneos e está intimamente relacionada à técnica cirúrgica que vai ser empregada e às condições do animal. (ALVES, HEBLING, 2020; COSTA, 2011)

Dentre as técnicas cirúrgicas utilizadas para o procedimento, podemos utilizar diversas opções de hemostasia que incluem utilização de pinças; fios cirúrgicos; bisturis ultrassônicos; bisturis a laser e eletrônicos, sendo que esses últimos aparelhos representam alto custo de aquisição, treinamento especializado, calibragem e manutenção. (ALVES, HEBLING, 2020; QUESSADA *et al.*, 2009; FOSSUM, 2014)

Atualmente o método cirúrgico mais empregado utiliza pinças cirúrgicas hemostáticas e fios cirúrgicos, devido a seu baixo custo de aquisição e boa disponibilidade nos centros cirúrgicos. No entanto, esses métodos necessitam de maior habilidade do cirurgião para que a confecção dos nós garanta firmeza e não cause danos a estrutura anatômica, como por exemplo: ruptura. Em alguns animais, especialmente nos obesos e/ou com doenças endócrinas, é comum encontrar o ligamento do ovário bem friável e a falta de habilidade do cirurgião pode levar a complicações nesses casos.

As cirurgias de castração, apesar de serem realizadas com muita frequência representam um alto índice de complicações, sendo os problemas com hemostasia, a maior parte deles, e pode estar relacionado às condições clínicas do animal e a falha na execução da técnica (AMARAL, 2019; ALVES, HEBLING, 2020; TUDURY *et al.*, 2014)

Este trabalho visa desenvolver um dispositivo composto por duas peças que se encaixam e promovem o estrangulamento da estrutura, garantindo a hemostasia. Essas peças foram desenvolvidas em nylon, através de impressão 3D e poderão ser utilizadas para uma nova técnica cirúrgica. Têm baixo custo de aquisição e seu emprego é fácil e intuitivo.

A impressão 3D hoje representa um grande avanço tecnológico com baixos custos de aquisição. Uma pesquisa no site oficial da Prusa evidencia que a impressora utilizada neste trabalho pode ser comprada por um valor a partir de \$799 (setecentos e noventa e nove dólares) ou aproximadamente R\$4000,00 (quatro mil reais) (PRUSA RESEARCH) e o filamento de nylon utilizado neste trabalho, com 1kg pode ser comprado por R\$218 (duzentos e dezoito reais) (TECNOCUBO). Um cálculo aproximado sugere a possibilidade de impressão de mais de 200 dispositivos com esse material.

Levando em consideração que a impressora é um objeto durável e poderá imprimir diversos dispositivos, consideramos que o custo do dispositivo seria menor que R\$1 (um real). Além disso, podemos citar a facilidade de operação e compra das impressoras e matéria prima como fatores relevantes para escolher trabalhar com impressão 3D (MATOZINHOS, 2017).

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Objetivo geral

Desenvolver com impressora 3D um dispositivo cirúrgico-mecânico, hemostático, de aplicação rápida, intuitiva e que garanta segurança, com caráter comercial.

Objetivos específicos

- Desenvolver o dispositivo e aplicar observando sua viabilidade técnica, financeira, facilidade de aplicação, necessidade de uso de técnicas específicas e inovadoras para implantação.
- Observar o comportamento *in vivo*, do dispositivo, verificando a existência de pontos de melhoria em termos de design, funcionalidade e necessidade de troca de matéria prima ou de configurações de impressão.

Justificativa

A crescente demanda de necessidade de intervenções cirúrgicas médico-veterinárias, principalmente para aplicações em procedimentos que visam a aplicação do conceito de “saúde única” traz uma necessidade de estudar novas opções para desenvolver essas técnicas ou até mesmo para o desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas. De uma maneira ou de outra, novos mecanismos que tornem os processos mais seguros e eficientes para o profissional e para o paciente, aliados a facilidade de produção e baixo custo, certamente são bem-vindos.

A escassez de estudos nacionais e internacionais que abordem dispositivos cirúrgicos em impressão 3D que sejam implantáveis de maneira permanente em alguma cavidade corpórea, impede a realização de comparações e indica a necessidade de realizações de novos estudos sobre o tema diante das inúmeras possibilidades de aplicação.

O desenvolvimento de um dispositivo simples, eficiente e de baixo custo pode ampliar os programas de castração permitindo que um maior número de animais e pessoas possa se beneficiar. A castração reduz o número de animais

errantes e garante maior qualidade de vida aos animais e a toda a população (GOMES, MONTEIRO, SOUZA, 2023).

REVISÃO DE LITERATURA

História da castração

Desde 1798, Thomas Malthus, que é conhecido como o “pai da demografia” já alertava para a necessidade de desenvolver técnicas que esterilizassem precocemente os animais de estimação a fim de evitar sua proliferação acentuada e descontrolada (ANDRADE, BITTENCOURT, 2013; NUNES, CASTRO, 2023).

Há cerca de 40 anos atrás surgiu, nos Estados Unidos, a modalidade de castração mais usada até hoje, a OSH, como opção à eutanásia no controle da superlotação de abrigos de animais e desde então tem sido a prática mais utilizada e difundida ao redor do mundo (SANTANA, OLIVEIRA, 2006).

Podemos dizer também que durante este mesmo período foi possível observar o crescimento do conceito de família multiespécies, que inclui animais de diferentes espécies no mesmo patamar de consideração, trato, cuidado e respeito que membros humanos de uma mesma família. (VIEIRA, CARDIN, 2017; DIAS, BELCHIOR, 2019)

Com isso, a preocupação com o bem-estar animal cresceu muito, o que pode ser traduzido no crescimento do mercado pet em todo mundo, inclusive no Brasil, como mostram os dados da Abin Pet Brasil e também através dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE) (2018) que datava uma população de aproximadamente 140 milhões de animais de companhia (ABINPET, 2023).

A população passou a exigir políticas públicas que contemplem o bem-estar desses animais, dentre elas, a castração é uma das principais ferramentas pois reduz a população que cresce desenfreadamente, como é possível observar na ilustração da figura 1, e com isso o número de animais que passam fome, estão à mercê de maus tratos e doenças, reduz drasticamente (MENEZES FILHO, 2013).



Figura 1. Projeção de número de animais se reproduzindo em 6 anos.
Fonte: <https://www.facebook.com/preflp/photos/a.318838198283704/1788387231328786/?type=3>

Quanto a idade para realizar o procedimento

A castração pode ser classificada como precoce, pubescente ou pediátrica, ou seja, quando é realizada antes que o animal tenha passado da fase de “maturação sexual”, para as fêmeas, o primeiro cio que ocorre por volta dos 6 meses de vida; ou convencional, após o primeiro cio (DIÓGENES, 2015; MARCHINI, AMOROSO, 2021; ANDRADE, BITTENCOURT, 2013).

Atualmente o “Veterinary Task Force on Feline Sterilization” recomenda a realização da cirurgia de castração de gatas aos 5 meses de idade (BREUNINGER, 2016). Ainda há muita discussão sobre o desenvolvimento fisiológico desses animais que são submetidos a cirurgias de castração precoce. Hoje, tem crescido a indicação de realizar a ovariectomia, retirada apenas dos ovários, justamente para reduzir possíveis alterações fisiológicas futuras uma vez que a retirada apenas dos ovários, preservando o útero, garante a eficiência da técnica. No entanto, como são estudos recentes, a Ovariosalpingohisterectomia ainda tem sido a mais empregada em cirurgias convencionais e a ovariectomia em cirurgias realizadas por vídeo (DIÓGENES, 2015; MARCHINI, AMOROSO, 2021).

Por que não utilizar fármacos anticoncepcionais?

Seria de grande valia se pudéssemos utilizar com segurança e eficiência fármacos anticoncepcionais, no entanto, esses fármacos que geralmente são compostos de megestrol ou acetato de medroxiprogesterona, que são hormônios

derivados da progesterona, costumam causar problemas como a endometrite, hiperplasia mamária e o aborto, já que muitas pessoas leigas utilizam a medicação sem saber que a gata já está gestante. Todas essas complicações podem inclusive levar ao óbito do animal (OLIVEIRA, 2014; SILVA, 2012; ASSIS, 2023; ALCANTARA, 2021).

No interior de São Paulo, foi realizado um estudo com um grupo de animais, dos quais alguns receberam algum contraceptivo. Este estudo foi realizado em petshop, clínicas veterinárias e nos bairros da cidade, onde foi possível avaliar 113 fêmeas, onde 32 eram gatas, 81 cadelas. Nos resultados foi possível identificar que na primeira aplicação 2 cadelas estavam com tumor de mama e piometra, 35 cadelas estavam com piometra e 20 apresentaram nódulos mamários, 12 gatas estavam com neoplasia por diferentes partes do corpo, 10 cadelas tiveram aborto. E 6 cadelas e 7 gatas não possuíam nenhum tipo de alteração após a administração (MOURA *et al.*, 2016)

Como são realizadas atualmente as cirurgias eletivas de castração?

No Brasil há uma lei federal, que preconiza a esterilização como método de controle de natalidade de cães e gatos em território nacional (BRASIL, 2017). No entanto, cada município estabelece seu protocolo, alguns possuem estabelecimentos próprios ou utilizam os Centros de Controle de Zoonoses (CCZs) do seu estado, ou fazem convênios com clínicas particulares para realização das cirurgias. Na cidade de São Paulo há a que só permite a venda de animais com mais de 60 dias, que estejam castrados, microchipados e vermifugados (SÃO PAULO, 2007).

Após passarem por avaliação clínica e leitura dos resultados dos exames pré operatórios, estando apto para a cirurgia, o anestesista avaliará o melhor protocolo anestésico a ser empregado para o indivíduo em questão. A World Small Animal Veterinary Association (WSAVA) direciona que o protocolo deva conter analgesia, sedação, indução anestésica e manutenção da anestesia com agentes inalatórios ou injetáveis (MONTEIRO *et al.*, 2023).

A técnica cirúrgica mais empregada hoje, chama-se técnica das 3 pinças: uma incisão caudal ao umbigo, aproximadamente 1cm abaixo do umbigo, é realizada, rompendo pele e tecido subcutâneo. Logo após é feita a visualização

da linha alba, junção das aponeuroses musculares e em sequência a incisão, para acessar a cavidade abdominal. Com os dedos ou com auxílio de um gancho de castração, é feita a “pesca” do corno uterino, onde seguimos cranialmente até chegar ao ovário, como demonstrado abaixo, na figura 2 (TUDURY et al., 2014; FOSSUM, 2014; CAMPOS, 2019).

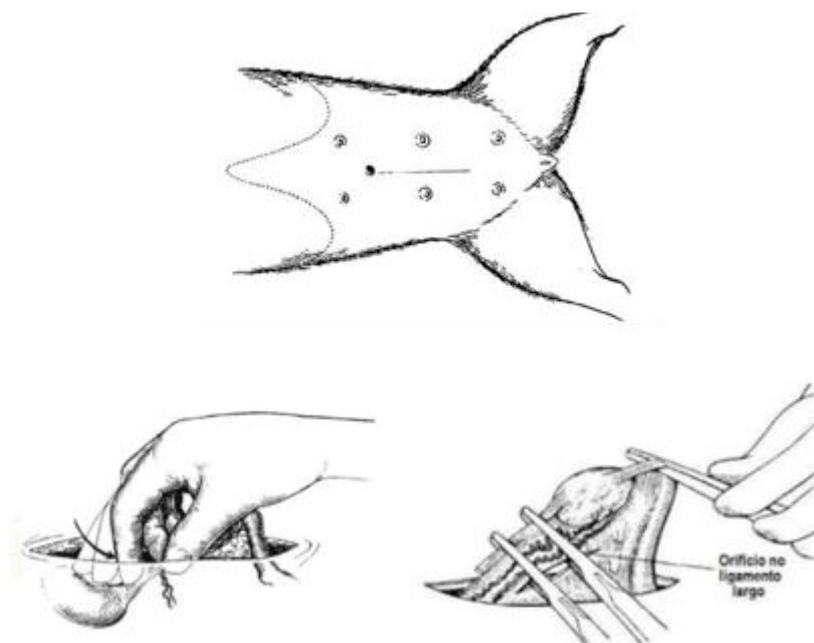


Figura 2. Região de incisão infra-umbilical; “pesca do útero”; posicionamento das pinças.

Fonte: Adaptado de Fossum, 2008

Na imagem podemos ver que duas pinças hemostáticas de Kelly são posicionadas na base do ovário, após realizar uma abertura dissecante no ligamento largo, e um pinça solitária é posicionada acima do ovário.

A ligadura pode ser feita em “8” para garantir uma boa oclusão dos vasos como demonstrado na figura abaixo.



Figura 3. Esquema de ligadura em “8” para oclusão de vasos

Fonte: Adaptado de Fossum, 2008.

Abaixo, outra opção de ligadura é abraçar toda a estrutura com o fio, reduzindo o diâmetro do órgão e depois realizar duas transfixações.

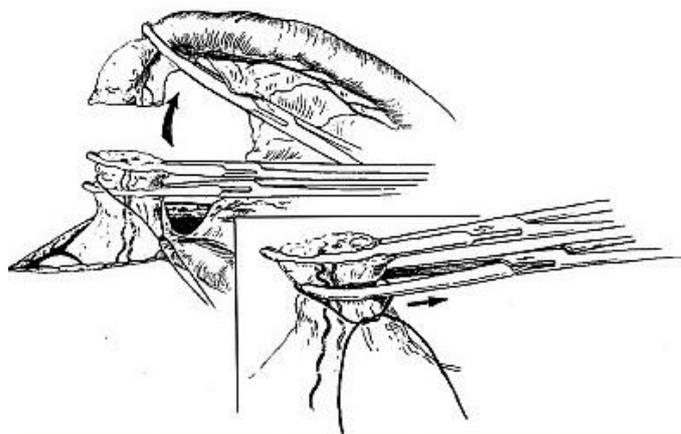


Figura 4. Esquema de ligadura abraçando toda a estrutura do órgão.

Fonte: Adaptado de Fossum, 2008.

Depois de feita a ligadura, as pinças são afastadas para as bordas para manter a segurança e só então é feita a secção do coto ovariano. Dependendo do caso, do tamanho do animal e do aporte de gordura, que pode atrapalhar a visualização das estruturas, uma secção após o ovário, onde foi colocada a pinça solitária, pode ser feita já no início da técnica para facilitar a manipulação da estrutura.

As maiores intercorrências ocorrem por complicações anestésicas e processos hemorrágicos durante a retirada do útero (CAMPOS, 2019).

Materiais usados em Técnicas de Ligadura

A menções mais antigas ao ato de suturar está registrada no papiro egípcio de Edwin Smith, que data de 3.500 a.C. O conceito de ligadura e sutura foram registrados nos escritos de Hipócrates e Galeno (VARGAS *et al.*, 2012).

Ambroise Paré, no século XVI, introduziu fitas adesivas para unir bordas da epiderme, e difundiu a ligadura substituindo a cauterização com azeite fervente que era realizado na época (SILVA, 2009), mas no século XIX o médico americano Philipe S. Physick através de seus experimentos com suturas admitiu a possibilidade de um fio que cumprisse sua função no procedimento cirúrgico e a possibilidade de desaparecer depois sendo absorvido pelos tecidos circundantes (RIBEIRO, GRAZIANO, 2003). Ainda no mesmo século, Joseph J. Lister começou a banhar os fios para as suturas com soluções de fenóis e ácido carbólico como uma proposta inicial para a esterilização dos mesmos (NEWSON, 2003). Na sequência, materiais como a seda e algodão tiveram seu uso difundido e passaram a ser anexados em agulhas na forma de tornar o procedimento mais prático e rápido (RIBEIRO, GRAZIANO, 2003).

Por volta de 1940 começou a utilização da poliamida e poliéster, em 1962 do polipropileno e a partir de 1970, os primeiros fios absorvíveis de origem sintética começaram a ser comercializados. Assim começou a tendência de se utilizar uma variedade de fios para sutura cirúrgica esterilizados e já agulhados de fábrica, para uso imediato. Hoje esses fios são embalados individualmente com sistema de abertura que permite não tocar no interior, o que garante a esterilidade do fio até o momento exato de seu uso (RIBEIRO, GRAZIANO, 2003).

a) Fios Cirúrgicos

Até chegar aos fios que existem hoje, vários materiais foram testados, tais como fibras vegetais, tendões, intestinos de vários animais, crina de cavalo, filamentos de ouro etc (MENEZES, 2014).

Atualmente existem dois grupos de fios: absorvíveis e inabsorvíveis (figura 5). Os absorvíveis passam por processos de degradação que incluem a fagocitose e hidrólise de sua estrutura, sendo assim, o fio é gradativamente destruído e absorvido pelo organismo, perdendo sua função de tração e podem

ser de origem animal (categute simples e cromado) ou sintético, multi ou monofilamentares (poliglactina, poliglecaprone e polidioxanona). Já os fios inabsorvíveis podem ser de origem animal, (seda), mineral (aço), vegetal (algodão ou linho) ou sintéticos (poliamida, poliéster, polipropileno etc.).

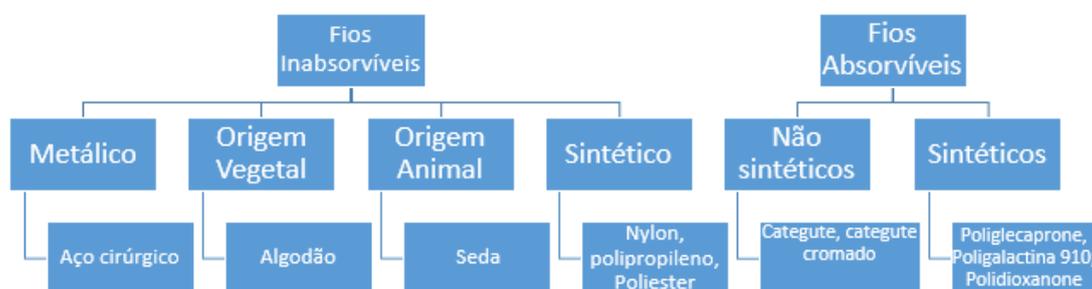


Figura 5. Classificação dos tipos de fios de suturas quanto à sua absorção, origem e composição do material.

Fonte: Próprio autor.

O desenvolvimento dos fios comerciais passa por uma série de testes de aferição visando avaliar o limite máximo de carga que suportam, o grau de deformação, resiliência, rigidez, elasticidade em diferentes diâmetros (MENEZES, 2014).

No Brasil as normas que oferecem os requisitos mínimos a serem atingidos para esses produtos são a Associação brasileira de normas técnicas – Norma Brasileira (ABNT – NBR) 13094: 2003, a farmacopeia brasileira na sua quinta edição, mas outros trabalhos sugerem a caracterização dos fios cirúrgicos com as seguintes análises (NASCIMENTO, 2014):

- Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com Mapeamento por EDS - O aumento gerado por esse tipo de microscopia, que pode chegar até 300x, permite avaliar a topografia do fio e seus detalhes morfológicos. É possível diferenciar também os compósitos através da refração de raios x;
- Microscopia Ótica (MO) - permite avaliação do comprimento do fio e a sua secção transversal;

- Microscopia de Força Atômica (AFM) - Assim como a MEV, também traz um mapeamento da topografia do material, mas, com auxílio de uma sonda que permite uma avaliação com detalhamento atômico;
- Ensaio Mecânico - Com auxílio de equipamentos de mensuração universal, que consiste nos sistemas de compressão, estiramento, torção entre outros, é possível medir a capacidade de elasticidade, resiliência, grau de deformação dos fios, programando os níveis de tensão a serem aplicados.
- Análise térmica - permite avaliar o intervalo de temperatura ideal para armazenamento e trabalho dos fios e mensurar os níveis de temperatura que causam danos e os tipos de danos.
- Difração de Raios X (DRX) - é usado para determinar a cristalinidade das amostras através do espalhamento através dos raios x incidentes e os átomos da matéria.
- Espectrometria de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) - permite avaliar as bandas vibracionais características do material e seus componentes.

b) Grampo Metálico

Os grampos metálicos são utilizados em suturas e ligaduras em diversos procedimentos cirúrgicos, incluindo cardíacas, oftálmicas e gastrointestinais. Um dos procedimentos mais comuns onde se usam grampos metálicos é na colecistectomia, procedimento cirúrgico da retirada da vesícula biliar, atualmente realizado videolaparoscopia, com o uso do grampo foi observado uma recuperação mais rápida dos pacientes submetidos por este procedimento. (BORGES FILHO, 2013)

Os grampos metálicos são feitos de aço cirúrgico ou, preferencialmente, de titânio que, apresentam as características de suportar determinadas forças quando são aplicados neles, resistentes à corrosão e biocompatíveis. O titânio é preferido pelos cirurgiões por ser leve e mais resistente, seu fator limitador é o alto custo e ambos necessitam de aplicadores próprios e específicos, o que encarece o procedimento. (SANTOS *et al.*, 2003)

c) Laser

A palavra laser é um acrônimo para Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER). Na cirurgia, o equipamento é utilizado para dissecar tecidos de maneira precisa e coagular pequenos vasos mantendo as condições de esterilidade com menor resposta inflamatória. A tecnologia do feixe laser, por meio do uso de fibra óptica, possibilita a realização de microcirurgias precisas, mesmo em áreas de difícil acesso porque concentram uma grande quantidade de energia em uma pequena e precisa área, vaporizando os tecidos e provocando cauterização instantânea de vasos sanguíneos e linfáticos. (PELESTOR, 2019; CATORZE, 2009)

O laser pode ser utilizado nas etapas de diérese e hemostasia permitindo que o campo operatório fique limpo, garantindo uma visão adequada das estruturas, garantindo uma redução significativa no tempo cirúrgico, pois reduz a necessidade de suturas com menos sangramentos e conseqüentemente, com resposta inflamatória menor, o pós cirúrgico tende a ocorrer sem intercorrências nos pacientes (LEITE, TURRINI, 2007).

O laser de argônio é utilizado na oftalmologia para o tratamento e prevenção de hemorragias oculares e o laser neodmium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) que pode ser transmitido pela fibra de quartzo possibilitando o seu uso em endoscópios flexíveis. São tecnologias com alto valor agregado exigindo investimento em equipamentos, capacitação da equipe, preparo físico da sala e equipamentos de proteção individual específicos para os profissionais de saúde e para o paciente (DI GIOVANNI, TARTARELLA, 2006).

Métodos não convencionais

a) Abraçadeiras de nylon

Com o objetivo de reduzir o tempo de cirurgia, reduzir custos e diminuir as intercorrências hemorrágicas, alguns cirurgiões começaram a utilizar as abraçadeiras de nylon (lacs) para a realização das ligaduras cirúrgicas nas OSHs. Entretanto, esse material não foi feito com o objetivo de ser um material cirúrgico e apesar de ser passível de autoclavagem não tem garantida a pureza do material utilizado necessário em sua composição além do design não ser

específico, o que acabou gerando complicações pós cirúrgicas em alguns animais onde a técnica foi aplicada e, por este motivo, já está em desuso (MANFRINI, MAGALHÃES, LEAL, 2019).

As principais complicações observadas com o uso das abraçadeiras foram observadas tardiamente com auxílio de exames de diagnóstico por imagem que permitiram captar a formação de aderências e granulomas. Esses animais precisaram ser submetidos a nova cirurgia para retirada dos lacres e correção das alterações (MANFRINI, MAGALHÃES, LEAL, 2019).

b) Fios de pesca

O uso de fios de pesca é antigo e vem da necessidade de baratear custos. Alguns veterinários mantinham os rolos em garrafas pets com pedras de formol com o objetivo de esterilizar esse material. Com isso, as reações inflamatórias e infecciosas pós cirúrgicas eram frequentes. Alguns até submetiam os fios à autoclavagem que devido à má qualidade não resistiram e deformavam, mas esse método provocava menos reação que o uso das pedras de formol, até pelo potencial tóxico do formol. Além disso, a inserção das agulhas é outro ponto crítico, os fios que já vêm agulhados de fábrica propiciam melhor manuseio ao cirurgião e garantem a esterilidade do sistema (SANTOS et al., 2003; DEGREGORI, SERAFINI, ROMAN, 2016; ALVES et al., 2020).

Há aproximadamente 15 anos, a comercialização de pedras de formol foi proibida e a medicina veterinária passou a se especializar cada vez mais e este tipo de cuidado, passando a ser essencial como na medicina humana. Hoje, pelo menos para animais de pequeno porte, o Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV), instituiu através da resolução 1275/2019 que é obrigatório ter uma estrutura cirúrgica completa para realização de procedimentos cirúrgicos assépticos e define os locais como clínicas e hospitais, exigência que anterior a esta data não era solicitada. Ainda hoje nos animais de produção é possível a realização de cirurgias “em campo” o que aumenta a chance de contaminação do campo cirúrgico e instrumentais.

c) Nós realizados com a própria estrutura anatômica do órgão feminino.

Em 2015, a técnica do nó com a própria estrutura do órgão no procedimento de castração utilizando o coto ovariano através de uma rotação de 360° finalizando com um nó em torno de si mesmo foi apresentada de forma rápida e eficiente que após alguns ajustes o método era viável (SILVEIRA et al., 2015).

HISTORIA DA IMPRESSÃO 3D

Uma alternativa para o desenvolvimento de dispositivos é através da confecção de peças através de impressoras 3D, desde 1984 com a primeira impressora 3D até os dias atuais, houve uma grande evolução nas impressoras, com a redução do custeio dos equipamentos e das matérias-primas, atualmente são utilizados em diversas áreas como, indústria automobilística, aeroespacial, de alimentos etc. e comercializada em grande escala (PERVAIZ et al., 2021).

Dentre tantas possibilidades de uso dessa tecnologia, as aplicações médicas têm se expandido muito nos últimos anos e é esperado que ela revolucione a saúde. Os usos na medicina para impressão em 3D, tanto real e potencial, podem ser organizados em várias categorias amplas, incluindo a reprodução de tecidos vivos e órgãos; criação e personalização de próteses, implantes, modelos anatômicos e no seu uso farmacêutico (MATOZINHOS *et al.*, 2017). A aplicação de impressão 3D na medicina proporciona muitos benefícios, incluindo: a customização e personalização de produtos médicos, medicamentos e equipamentos; aumenta a eficácia de procedimentos conhecidos e aumento da reprodução de técnicas inovadoras (QUEIROZ, REIS, OLIVEIRA, 2023). A impressão 3D pode utilizar-se de vários materiais para criar peças personalizadas para cada paciente, em diferentes especialidades: na odontologia, através de estereolitografia, é possível produzir peças com características específicas de resistência ao desgaste, precisão dimensional, dureza, densidade, viscosidade, elasticidade, retração estrutural e fadiga, garantindo assim uma função antimicrobiana e de baixa citotoxicidades. Em cirurgia, modelos anatômicos, implantes personalizados em múltiplos domínios como na ortopedia e neurologia com cirurgias de coluna podendo fabricar funcionalidades “inteligentes” ou responsivas a estímulos.

Com a possibilidade de poder reproduzir um sistema ou até mesmo um tumor, através da obtenção de imagens por Ressonância Magnética, para ser estudado antes da cirurgia e garantir melhor abordagem por parte do cirurgião (MATOZINHOS *et al.*, 2017). Essas novas tecnologias poderiam ser aplicadas dentro da medicina veterinária contribuindo para os procedimentos clínicos e cirúrgicos tornando-os mais ágeis, seguros e com baixo custo, como no caso das cirurgias de ovariosalpingohisterectomia (OSH) em animais de companhia ao homem.

Náilon ou Poliamida

O náilon, ou poliamida, foi desenvolvido em 1930 por químicos da empresa Dupont. Chegou ao mercado como uma alternativa sintética à seda e ao algodão. É um dos materiais suturais mais comuns encontrados em procedimentos cirúrgicos pelas suas características de resistência, baixa reatividade e baixo custo (ALMEIDA, 2019).

É um polímero termoplástico que vem sendo usado com sucesso em impressões 3 D devido a sua durabilidade e resistência (CAMPOS, 2023).

Ele pode ser impresso com a tecnologia FDM) onde ele é aquecido até atingir seu ponto de fusão (entre 235 e 270°) e então é depositado em camadas, criando peças tridimensionais precisas e resistentes (KUNKEL *et al.*, 2020).

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos *in vivo* foram aprovados pela Comissão De Ética No Uso De Animais Do Centro Universitário De Barra Mansa (CEUA UBM 003/2022).

Escolha da Matéria Prima

Com o objetivo de garantir pouquíssima ou nenhuma reação tecidual no local a ser implantado, segurança e viabilizar a produção dos dispositivos levando em conta que existem muitos procedimentos bancados por iniciativa pública, pensou-se em usar o náilon pela sua vasta e conhecida aplicação cirúrgica com reação mínima, resistência ao processo de autoclavagem e baixo custo.

Foram testadas as matérias-primas Nylon e Ácido Poli Lático (PLA) mas o filamento Nylon max Natural FNYL17510301 (PrintaLot®, Brasil), foi a melhor resolução para a impressão.

Impressoras utilizadas e softwares utilizados

Inicialmente foram utilizadas as impressoras Makerbot 5 e Delta, mas para a resolução final as peças foram produzidas pela impressora 3D Prusa, MK3® com resolução de 100 microns.

Os softwares utilizados foram *Rhinoceros 3D (R80-E)* e o *Inventor (2019.23.0.136000.0000)*.

5. RESULTADOS

Inicialmente foi desenvolvido um design onde optou-se por um formato cilíndrico com dobradiça que seria inserido com auxílio de pinças hemostáticas, conforme a figura 6.

As pinças seriam específicas com uma “espécie de dente de rato” na ponta para segurar o dispositivo e auxiliar na guia até o local de implantação.

No entanto, durante as impressões do primeiro design, percebeu-se que o tamanho, a dobradiça e as configurações de impressão não estavam resultando em um modelo adequado. Apesar de o encaixe ter ficado bom, o nylon não ficou homogêneo, apresentando aspecto de “filamentos arrepiados” (figura 6B).

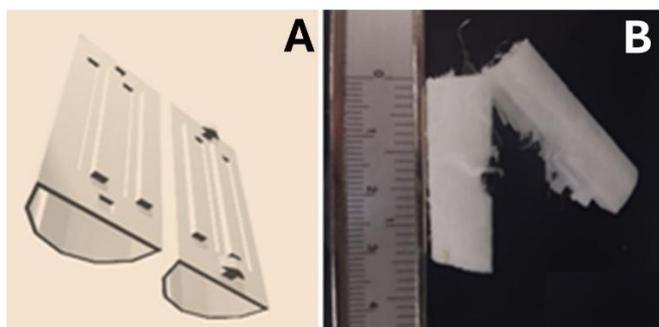


Figura 6. Imagens da representação na construção do primeiro protótipo através da impressão 3D, a figura 6A indica o desenho esquemático tridimensional, a figura 6B mostra a imagem fotográfica da primeira peça impressa, apresentando detalhes de formação de “filamentos arrepiados”. A escala indicada na figura 6B representa o tamanho da peça em mm (~ 30 mm)

Fonte: Próprio autor.

Após esta percepção, foi desenvolvido outro design onde a posição da dobradiça foi trocada, houve redução do tamanho e achatamento da peça e utilizamos o ácido polilático (PLA) para ver como ficaria o acabamento e porque é um filamento de valor mais baixo para a realização dos testes, conforme a figura 7.

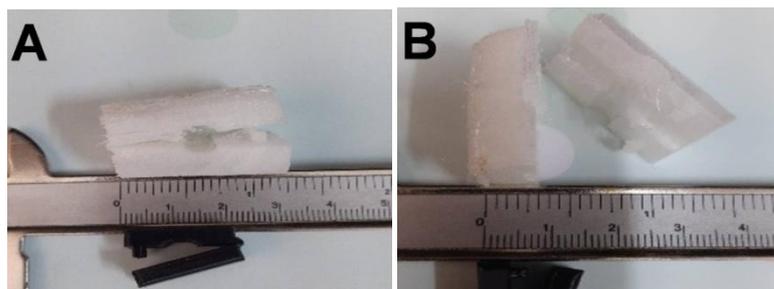


Figura 7. Imagens fotográficas das impressões em 3D do primeiro (peça branca - nylon) e do segundo protótipo (peça preta - PLA), comparando os tamanhos, os materiais e o design.

Fonte: Próprio autor.

O novo formato se mostrou mais satisfatório quando a dobradiça foi retirada por completo, conforme indica a figura 8, e então um novo teste de impressão foi realizado, desta vez com uma impressora de estereolitografia (SLA) pertencente a uma família tecnológica de manufatura aditiva conhecida como foto polimerização. Essas máquinas são todas criadas ao redor do mesmo princípio, usar uma fonte de luz – laser UV ou projetor – para solidificar a resina líquida até se tornar um plástico resistente. A matéria prima utilizada desta vez foi uma resina odontológica. No entanto, as peças em resina apresentam uma rigidez, o que dificulta a manipulação, danificando as superfícies das peças devido a força que precisa ser aplicada no dispositivo no momento do encaixe, vide figura 9.

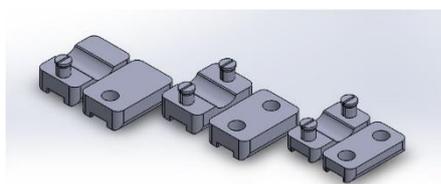


Figura 8. Imagem esquemática tridimensional do dispositivo em um novo design. Na figura é possível observar as fases do desenvolvimento do desenho que aparece inicialmente com apenas um furo e um pino e depois já com os dois furos e os dois pinos e na sequência com o acerto das dimensões.

Fonte: Próprio autor.

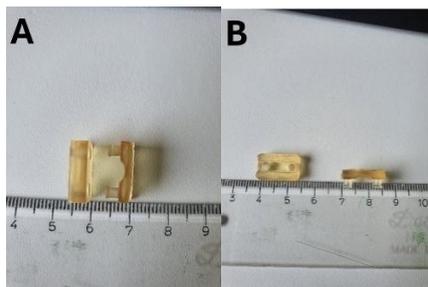
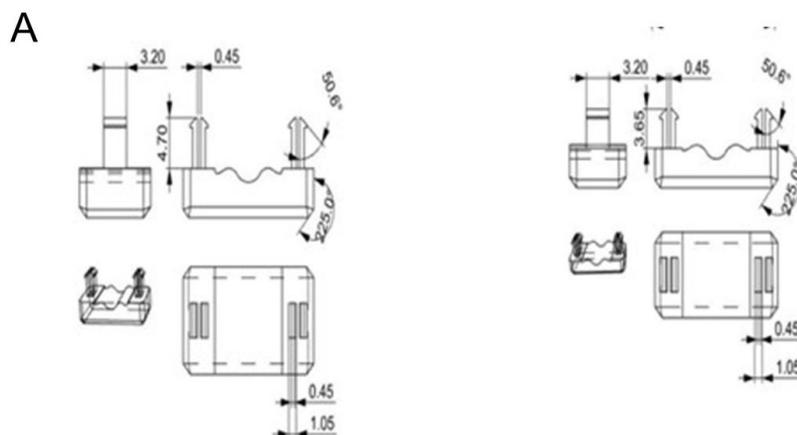


Figura 9. Imagens fotográficas do protótipo do dispositivo impresso utilizando resina odontológica. A figura 9A indica a peça fêmea a esquerda e a peça macho, para encaixe, na direita. A figura 9B mostra o dispositivo com as duas peças na horizontal, sendo a esquerda a fêmea e a da direita, o macho para encaixe.

Fonte: Próprio autor.

No último design, as peças foram desenhadas para ter as menores dimensões possíveis. Com arestas arredondadas, cada dispositivo é composto por duas peças que podem ser encaixadas facilmente com o uso das mãos ou com auxílio de pinças hemostáticas. Uma peça é denominada “macho” constituída de dois pinos para encaixe, nesta mesma unidade foi desenvolvida uma superfície com três canais em depressão. A outra peça abaixo é denominada “fêmea”, composta por uma base com dois furos por onde os pinos da peça “macho” se encaixarão, sendo que na unidade “fêmea” há também a mesma formação dos três canais no intuito de permitir o alojamento do material biológico, de maneira compacta, não permitindo assim o escoamento de fluidos. O dispositivo foi impresso em dois tamanhos: o maior para fazer a hemostasia e selagem da luz do coto uterino e os menores para hemostasiar os cotos ovarianos. As medidas estão descritas nas figuras 10 e 11 a seguir:



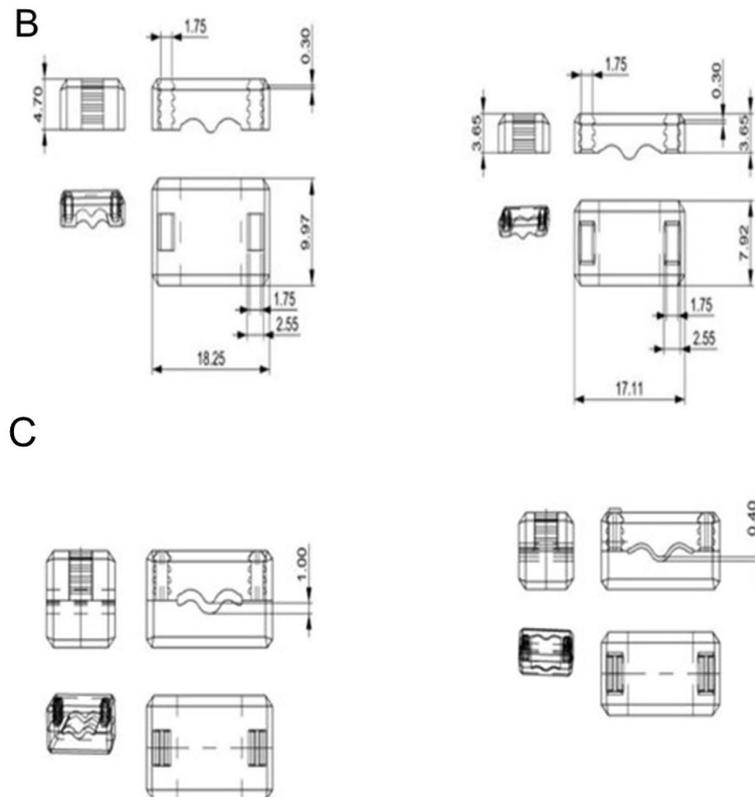


Figura 10. Desenho esquemático mecânico apresentando medidas e detalhes do modelo considerado adequado para implantação *in vivo*. A figura “A” é a peça “macho” enquanto a figura “B” é a peça “fêmea”; a figura C representa a junção das duas peças.

Fonte: Próprio autor.

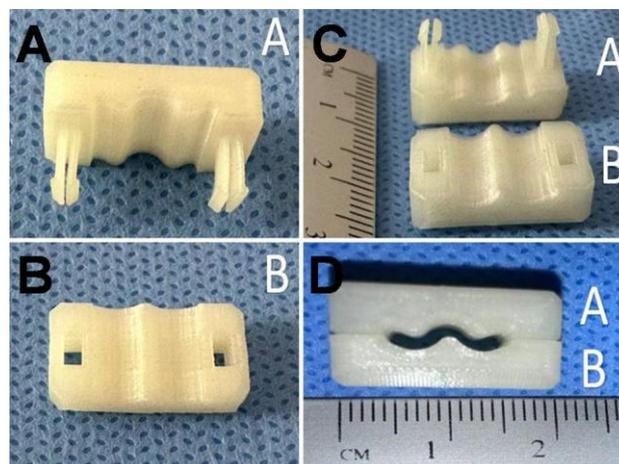


Figura 11. Imagens fotográficas do dispositivo com as peças impressas em nylon. A figura 11 A(A) representa a peça “macho” mostrando os pinos de encaixe. A figura 11 B indica a peça “fêmea” mostrando os furos para encaixe dos pinos da peça “macho”; A figura 11 C (A e B) mostra as duas peças que formam o dispositivo, alinhadas evidenciando os canais de alojamento do material biológico; A figura 11 D, mostra o dispositivo com as duas peças encaixadas de maneira definitiva.

.Fonte: Próprio autor.

Certamente o dispositivo poderá ser confeccionado em diferentes dimensões para atender a todos os indivíduos. Nesse caso, apenas um ajuste para a impressão necessitará ser realizado. Inclusive poderão ser impressas outras peças com alteração de *design* para casos especiais como órgãos que sofreram alterações pós- tumoral ou traumáticas, por exemplo.

Testes de esterilização

Após a impressão, as peças foram acondicionadas em embalagens de acetato específicas com marcadores para esterilização por autoclave e óxido de etileno (ETO). A autoclave utilizada foi a Vitale Plus Cristofolli de 21L (figura 12) e o ciclo escolhido foi o 3 (plásticos e algodão) que tem duração de 8 a 35 minutos para aquecimento, atingindo a temperatura de 121°C e pressão de esterilização de 118 kPa. Os tempos de esterilização e secagem duram 30 e 40 min, respectivamente. Para o ETO utilizou-se o kit da Biolene (figura 13): todo o material que já estava embalado foi colocado em uma bolsa plástica fornecida pelo kit, e foi dado prosseguimento às instruções: a outra bolsa contendo o gás foi colocada também dentro da embalagem e com o lacre fornecido foi feito o fechamento da embalagem após expulsar o máximo de ar possível. Então, foi realizada a quebra da ampola dentro das duas bolsas e foi possível ver a bolsa maior inflando com a liberação do gás. Após 24h a bolsa foi aberta conforme instruções.

Após ambos os processos, foi possível verificar visualmente que as peças não apresentaram deformidades ou outras alterações em suas características mecânicas.



Figura 12. Autoclave
Fonte: Próprio autor.

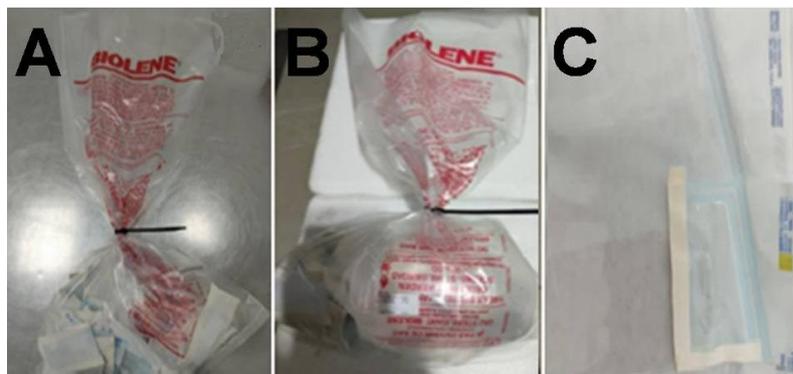


Figura 13. Esterilização por óxido de etileno. (A) A sacola contendo as peças embaladas individualmente antes de quebrar a ampola do gás; (B) após a quebra a sacola já inflada com a presença do ETO; (C) o surgimento da cor amarela é um indicativo do efeito esterilizante do ETO. Mostrando que o processo foi eficiente.

Fonte: Próprio autor.

Testes *in vitro*

Antes de instalar o dispositivo em peças anatômicas, foram realizados testes em manguitos de borracha, sondas de silicone e policloreto de vinil (PVC), testes de resistência ao aperto manual e também de pinças hemostáticas cirúrgicas, simulando alguma complicação onde fosse necessário o resgate

desse material de dentro da cavidade abdominal com o auxílio de uma pinça e também no caso de haver má oclusão da peça, se seria possível promover a abertura da mesma para reposicionamento ou retirada completa.

Testes *ex vivo*

Os testes *ex vivo* foram realizados após os ensaios *in vitro*. O dispositivo foi testado em peças anatômicas uterinas de cadelas e gatas na condição de frescas ou conservadas proveniente do Departamento de Anatomia Humana e Animal do Laboratório de Anatomia Animal em parceria com a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro com o objetivo de se observar possíveis lesões, rupturas e efetividade da trava no órgão quando submetido ao dispositivo com peças anatômicas imediatamente após serem retiradas dos animais através de cirurgia convencional. Esses úteros que ainda continham sangue fresco, foram imediatamente submetidos ao dispositivo, foi possível observar travamento completo e adequado, fixação do dispositivo com compactação do órgão no ponto aplicado e cessamento do sangramento, como mostra a figura 14 abaixo:

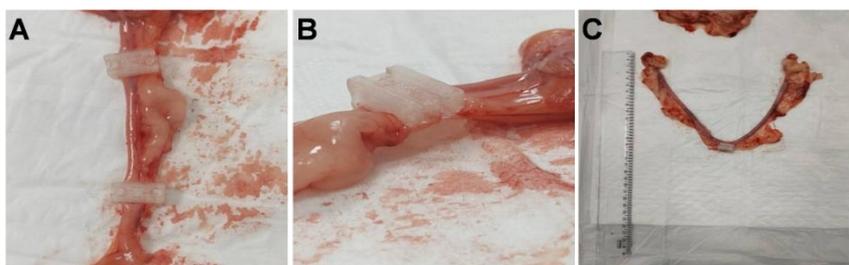


Figura 14. As duas primeiras imagens mostram o dispositivo nos pontos de secção de entre útero e ovários (A), no corpo do útero (B), e a última imagem mostra o ponto de secção da cérvice (C).

Fonte: Próprio autor.

Testes *in vivo*

Cinco gatas saudáveis foram selecionadas. A idade dos animais variou de 2 a 8 anos. Nenhuma das gatas participantes apresentava histórico de qualquer tipo de doença. Os animais foram recrutados com base em explicações verbais, presenciais, realizadas durante consulta de pré-avaliação dos animais para castração. Aos responsáveis dos animais foram oferecidos gratuidade nos exames Pré e pós-operatório, gratuidade na cirurgia e nos retornos pós cirúrgicos, assim como total assistência em caso de intercorrências de qualquer

natureza durante a fase do experimento e intercorrências relacionadas ao procedimento em qualquer fase da vida do animal.

Após realização da avaliação clínica e do exame de sangue, as gatas que foram consideradas aptas foram submetidas a jejum de 8 horas de água e comida, ainda em seus domicílios. Ao final das 8h os animais foram trazidos ao Hospital Veterinário La Vet, situado no bairro de Campo Grande – Rio de Janeiro – RJ, onde foram recebidos e classificados, tiveram acesso venoso canulado através da veia cefálica de membro anterior direito (por convenção) e foram submetidos a Medicação Pré Anestésica (MPA) 5µg/kg de dexmedetomidina, metadona 0,3mg/kg e cetamina 1mg/kg por via Intramuscular (IM). Logo em seguida, procederam-se as induções anestésicas por via endovenosa (EV) com propofol 5mg/kg e a manutenção anestésica também se fez com propofol, mas na dose de 0,4mg/(kg.hora) com auxílio de bomba de infusão. Todas as gatas foram intubadas e receberam oxigênio por esta via durante todo o procedimento cirúrgico.

Os animais foram colocados em decúbito dorsal, receberam tricotomia ampla na região abdominal e depois foram submetidos a antissepsia com clorexidina degermante a 2% seguida de clorexidina alcóolica. A técnica cirúrgica escolhida foi a OSH.

A cirurgiã orientou a montagem de mesa de instrumentos contendo fios de sutura 2-0 mono e multifilamentares, cabo de bisturi nº4, 6 pinças hemostáticas do tipo “crile” 14 cm sendo 3 curvas e 3 retas, porta agulhas Mayo Hegar 14 cm, 1 par de afastadores farabeuf, 1 gancho de castração, gazes e compressas cirúrgicas estéreis e 3 peças do dispositivo a ser testado. Logo após, devidamente paramentada, realizou incisão cirúrgica utilizando lâmina de bisturi nº23 para a celiotomia mediana de aproximadamente 2-3 cm e utilizou o gancho para localizar e expor os cornos uterinos.

Feito isto, os dispositivos foram colocados em pelo menos um ponto, dos 3 necessários para a realização do procedimento, a saber:

Gata 1- Nome: Babador

Dispositivo implantado na região de coto uterino, situada na parte ventral do abdômen. Foi possível observar, logo abaixo da seta que indica a presença

do dispositivo caracterizada por uma linha branca (hiperecogênica), uma formação mais escura, retangular, que é um artefato de imagem ultrassonográfica chamado de “sombra acústica”: é quando uma estrutura absorve mais do que o tecido que a circunda e porção distal aparece mais escura, como se houvesse uma sombra. É bem útil para identificação de estruturas mais densas, geralmente “corpos estranhos”, “cálculos”, etc.

Foi possível também observar ausência de líquidos livres ou aderências, o que poderia caracterizar uma possível reação do organismo à presença do dispositivo implantado (figura 15).



Figura 15. Imagens ultrassonográficas do dispositivo após implantação na gata “babador”. A seta indicada na imagem mostra a posição do dispositivo implantado.

Fonte: Próprio Autor.

Gata 2- Dinha

Dispositivo implantado na região de coto ovariano direito, situado na região abdominal direita, logo abaixo do rim direito (figura 16). Apesar da imagem menos contrastada que a anterior, também é possível ver a presença de uma linha hiperecogênica, indicando o dispositivo e a formação de sombra abaixo. A imagem não revela aderências, presença de formação de líquido ao redor do dispositivo ou outros sinais que indiquem algum tipo de reatividade do tecido ao redor.



Figura 16. Imagens do dispositivo após implantação na gata “dinha”

Fonte: Próprio autor.

Gata 3- Mia

Dispositivo implantado nos 2 cotos ovarianos, direito e esquerdo. É possível observar a presença do dispositivo e a formação de sombra em ambos os lados além da ausência de qualquer alteração que pudesse sugerir \ (figura 17).

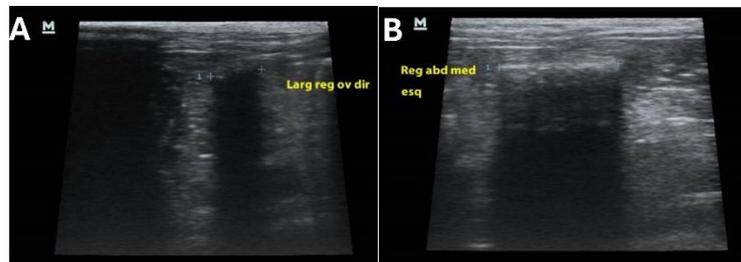


Figura 17. Imagens do dispositivo após implante na gata “mia”, lados direito (A) e esquerdo (B).

Fonte: Próprio autor.

Gata 4- Menina

Dispositivo implantado no coto ovariano direito (figura 18).

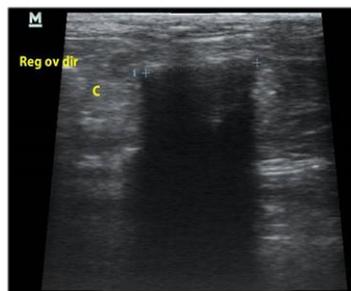


Figura 18. Imagens do dispositivo após implante na gata “Menina”

Fonte: Próprio autor.

Gata 5- Pretinha

Dispositivo implantado no coto ovariano esquerdo.

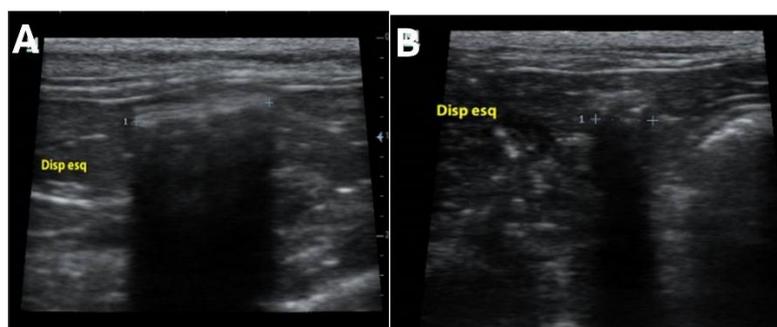


Figura 19. Imagens do dispositivo após implantação na gata “pretinha”

Fonte: Próprio autor.

Tabela 1. Hemograma e bioquímica (Média \pm Desvio Padrão) em felinos (n=5) antes (dia 0) e depois (2-60 dias) da cirurgia.

Componentes sanguíneos	Dias				
	0 (pré)	2	10	30	60
Hematócrito (%)	38.9 \pm 4.2	38.44 \pm 6.4	37 \pm 3.7	36 \pm 2.7	36.2 \pm 2.6
Leucograma Global	21680 \pm	23400 \pm	22600 \pm	19160 \pm	18740 \pm
(cells/ μ)	4042	2793	4180	3070	6321
Plaquetas ($10^5/\mu$ L)	396400 \pm	313000 \pm	335600 \pm	336000 \pm	332500 \pm
GGT (UI/L)	214002	110109	117662	141614	120240
	3.4 \pm 0.8	3.1 \pm 0.8	3.08 \pm 0.8	3.08 \pm 0.9	2.86 \pm 1.0
ALT (UI/L)	66.08 \pm	50 \pm 53.3	44.2 \pm 37.5	45.16 \pm 40	40.24 \pm 31.5
	79.6				
Urea (mg/dL)	25.66 \pm	24 \pm 6.6	23 \pm 7.5	24.6 \pm 8	23.68 \pm 8.1
	7.8				
Creatine (mg/dL)	0.74 \pm 0.1	0.92 \pm 0.3	0.84 \pm 0.2	1.02 \pm 0.4	0.86 \pm 0.2

GGT = Gamma-glutamyltransferase; ALT = Alanine transaminase.

Fonte: Próprio autor.

A tabela 1 acima e os gráficos abaixo (figura 20, figura 21, figura 22, figura 23, figura 24, figura 25 e figura 26) mostram que não houve alterações nos exames que sugiram padrão inflamatório, infeccioso ou diminuição da função hepática ou renal após as cirurgias. Fortalecendo a hipótese de segurança do dispositivo.

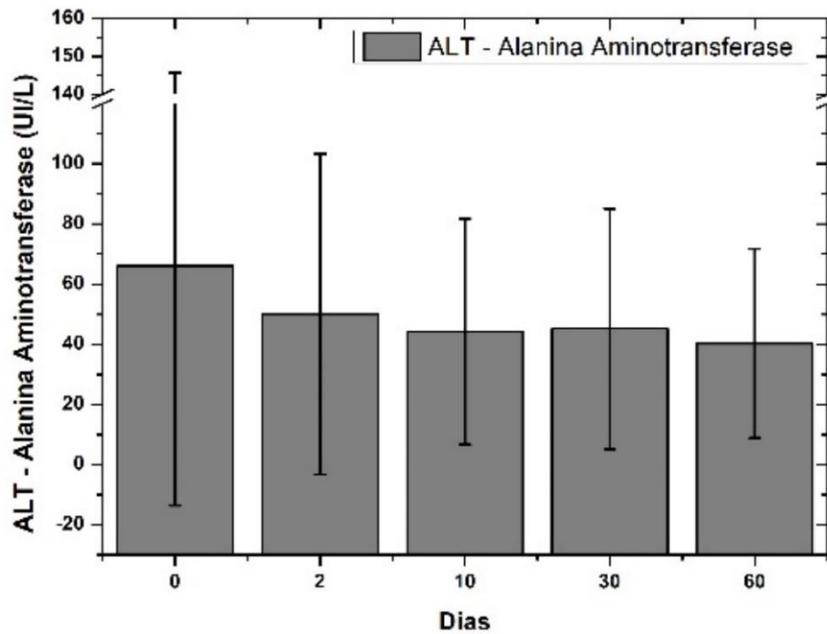


Figura 20. Variação dos valores séricos da Enzima ALT. Aumentos séricos dessa enzima, podem representar hepatopatias agudas em felinos. Os valores de normalidade variam entre 10 e 80 U/L.

Fonte: Próprio autor.

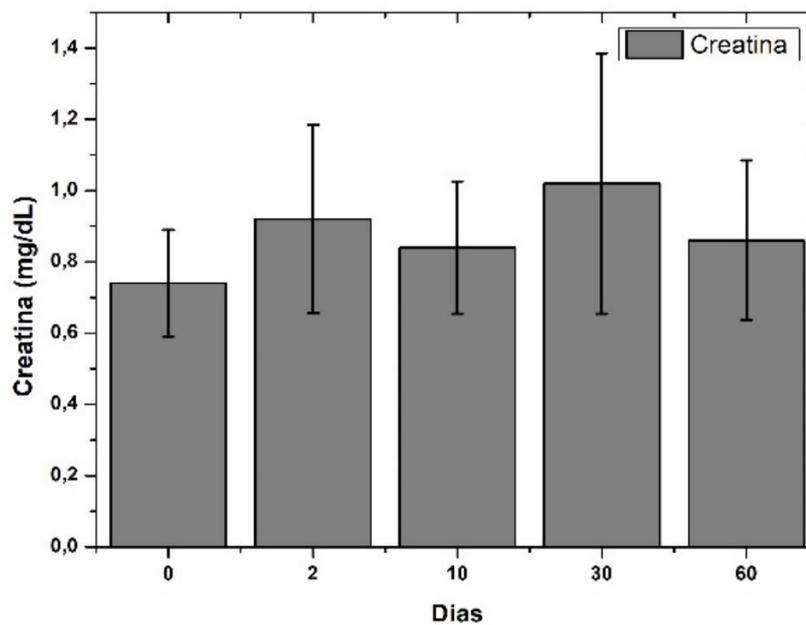


Figura 21. Variação da enzima Creatinina. A creatinina é uma enzima que representa muito bem a função renal dos gatos. Um biomarcador importante. Seus níveis de normalidade variam de 0,5 a 1,8. Valores acima disso representam importante dano renal.

Fonte: Próprio autor.

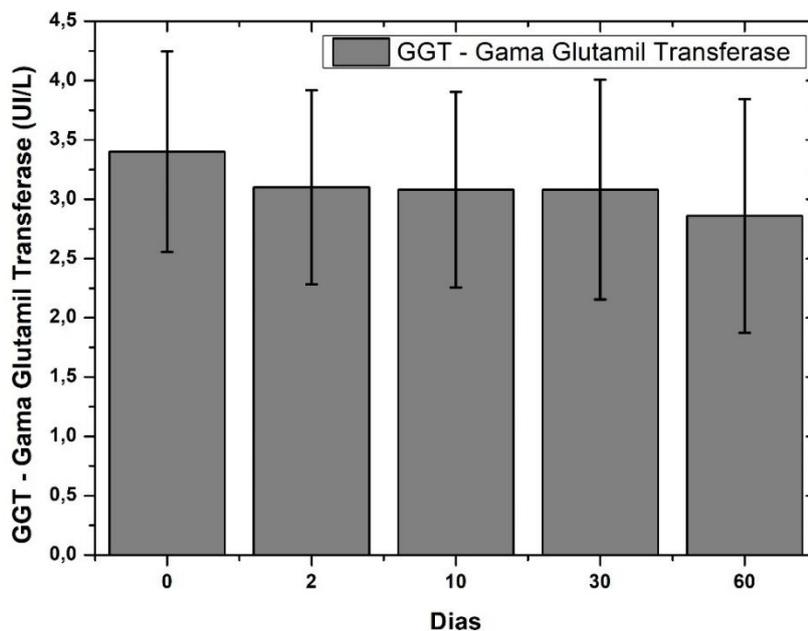


Figura 22. Variação da Enzima GGT. Apesar de ser produzida em quase todas as células, apenas as de origem hepática aparecem na avaliação do plasma de gatos, sendo considerada uma importante ferramenta para avaliação deste órgão. Seu aumento pode significar insuficiência deste órgão.

Fonte: Próprio autor.

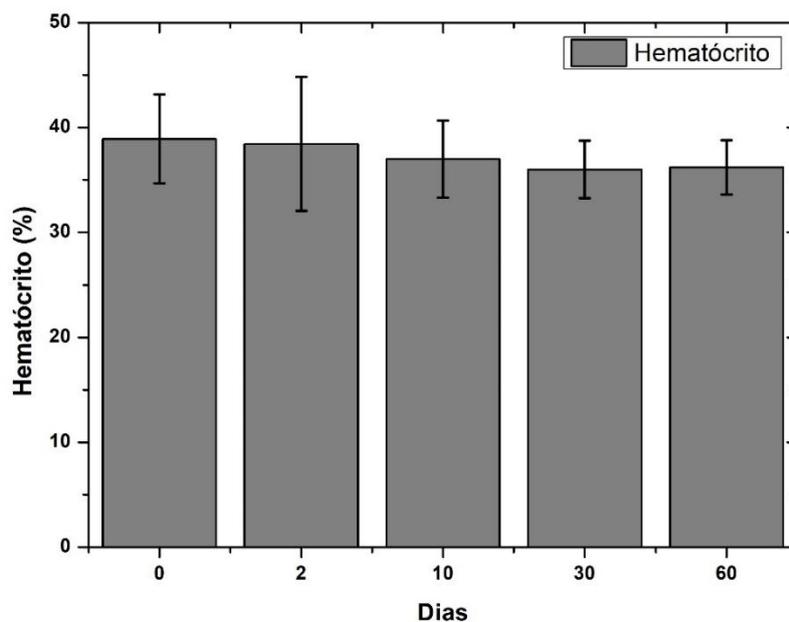


Figura 23. Variação do Hematócrito. Os valores de normalidade variam entre 24 a 45%. É considerado um parâmetro importante para avaliar a existência de

anemia. Condições inflamatórias e infecciosas podem reduzir esse parâmetro causando anemia nos animais.

Fonte: Próprio autor.

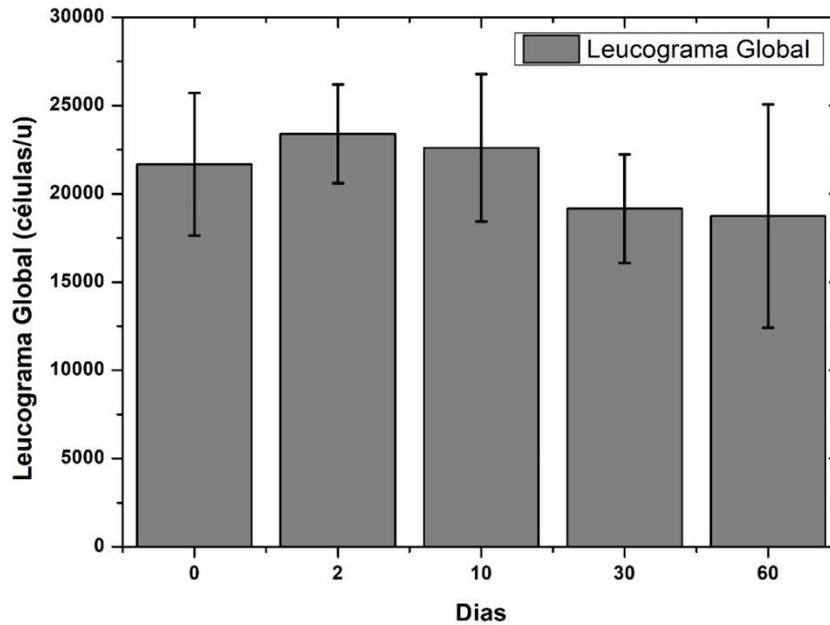


Figura 24. Variação do Leucograma Global. Os valores de normalidade variam entre 5500 e 19500 células/ μL . Valores abaixo disso podem demonstrar uma incapacidade do sistema imunológico e valores acima disso podem representar alterações relativas ao estresse sistêmico causado por alterações infecciosas e/ou inflamatórias e ainda por estresse relacionado ao ambiente ou manejo.

Fonte: Próprio autor.

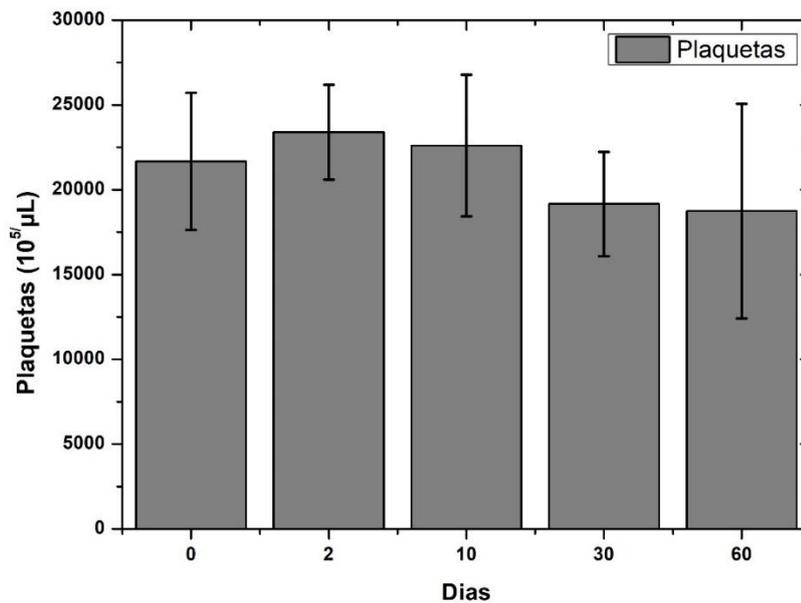


Figura 25. Variação das plaquetas. As plaquetas representam uma importante referência de capacidade de coagulação sanguínea. Níveis abaixo de 150000 plaquetas/ μL costumam indicar baixa capacidade de coagulação e níveis acima de 600000 podem indicar alterações infecciosas/ inflamatórias.

Fonte: Próprio autor.

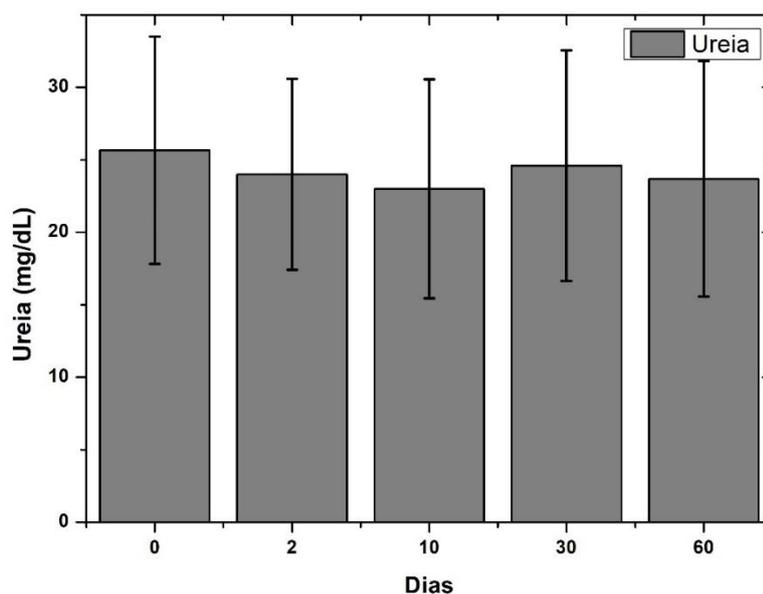


Figura 26. Variação da Ureia. Considerada um biomarcador renal importante para os felinos, a ureia pode variar de 20 a 65mg/dL. Valores acima disso costumam indicar insuficiência renal ou alterações hepáticas.

Fonte: Próprio autor.

Os animais foram monitorados e recebidos para reavaliação com 2, 10, 30 e 60 dias depois da cirurgia. Para avaliação da linha de incisão e verificação de qualquer alteração clínica. Os pontos foram retirados no dia 10 após a cirurgia. Em nenhum dos casos houve problemas de cicatrização ou qualquer outro tipo de alteração.

6. DISCUSSÃO

O dispositivo foi submetido com êxito a testes de autoclavagem e esterilização, não apresentando deformidades devido ao calor e nem à exposição ao óxido de etileno. Além disso, também foi testada sua capacidade de oclusão do órgão em peças anatômicas frescas, imediatamente retiradas após cirurgia convencional, ainda no centro cirúrgico, obtendo também êxito em sua função de obstruir a luz do órgão e a circulação sanguínea.

Os testes *in vivo* também se demonstraram satisfatórios. É sabido que complicações trans e pós-operatórias podem ocorrer e para isso, protocolos de prevenção são adotados pensando, principalmente, nas complicações mais comuns, nesse caso, a hemorragia. Os fios de sutura podem ser usados de diferentes maneiras para garantir a execução de um nó seguro, além da aplicação de pinças cirúrgicas hemostáticas e outros métodos que envolvem energia como bisturis a laser, elétricos ou eletrônicos. Evitar tal complicação é realmente importante já que o espaço de trabalho é limitado e controlar uma hemorragia neste procedimento pode ser bem difícil podendo levar o animal a complicações por anemia, infecções e, inclusive, ao óbito.

Neste estudo, um dispositivo mecânico foi desenvolvido em nylon, que é um polímero inerte, de baixo custo e Biocompatível, muito utilizado em cirurgias, com auxílio de impressão 3D. O dispositivo consiste em duas peças que se conectam entre si, “macho e fêmea”, promovendo o esmagamento da estrutura a qual se quer promover a hemostasia e/ou fechamento luminal (em caso de órgão cavitário, como o útero).

A obtenção de peças mostrou-se uma alternativa interessante, pois o procedimento de produção via impressão 3D é de baixo custo e os equipamentos de impressão estão disponíveis no mercado a preços acessíveis. A técnica de produção de peças por impressão 3D pode se adaptar à condição estrutural orgânica do animal, ou seja, adequar as dimensões do dispositivo ao tamanho do animal, dado que foi testado nas peças *in vitro* (SANTANA, OLIVEIRA, 2006). Vale ressaltar que cada protocolo de impressão 3D permitirá escolher de forma adequada e dependendo da necessidade, um número ajustado de peças a

serem produzidas, para posteriormente serem submetidas a processos de limpeza e esterilização. Neste estudo foram utilizados autoclave e ETO, e ambos não danificaram as partes do dispositivo, mantendo sua integridade funcional, morfologia superficial e resistência, permitindo sua aplicação *in vivo*.

Apesar de muitos estudos envolvendo impressão 3D com diferentes matérias-primas para a saúde, a maioria dos estudos foi testada *in vitro* [26-28], e alguns estudos testaram a aplicabilidade de dispositivos produzidos por impressoras 3D em animais ou humanos (BREUNINGER *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2012; ASSIS *et al.*, 2023). Nesta pesquisa o dispositivo fabricado foi testado *in vitro* e *in vivo* e não foram observados efeitos colaterais em fêmeas submetidas ao implante visando a homeostase na castração cirúrgica os dados foram corroborados por exames de diagnóstico por imagem através de ultrassonografia e análises de sangue para até 60 dias após a cirurgia.

Ovariohisterectomias envolvem risco de hemorragia, portanto, é necessário desenvolver ferramentas que auxiliem o cirurgião e protejam os pacientes desse processo, que pode até levar ao óbito. Em um evento hemorrágico durante um procedimento cirúrgico, muitas vezes é necessário fazer uma maior incisão abdominal no campo cirúrgico com manipulação excessiva dos órgãos. Em alguns casos, transfusões de sangue podem ser requeridas além de manejos farmacológicos e outras intervenções com o intuito de manter os parâmetros fisiológicos estáveis durante a resolução do problema e, também, no pós-operatório. Tudo o que acontece no trans cirúrgico afeta diretamente a qualidade e a velocidade da recuperação desse animal no pós-operatório. A facilidade de aplicação, o baixo custo, a ausência de efeitos colaterais e a segurança trazida pelo dispositivo, o tornam um item cirúrgico essencial nos procedimentos de castração.

Os animais submetidos ao dispositivo e monitorados encontram-se clinicamente bem, sem alterações em seus exames de imagem ou de sangue que remetam a rejeição, infecção, inflamação ou aderências causadas pela presença do dispositivo. No entanto, mesmo com resultados satisfatórios, estudos futuros poderão incluir um número maior de animais para avaliar os

custos envolvidos na fabricação 3d, o tempo cirúrgico e possíveis efeitos a longo prazo nos animais implantados.

7. CONCLUSÕES

O desenvolvimento, a prototipagem e a utilização de peças de nylon produzidas por impressão 3D como dispositivo cirúrgico implantável para permanecer de forma permanente na cavidade abdominal se demonstrou satisfatória nas castrações de gatas, podendo expandir seu uso para outros procedimentos.

O dispositivo, além de ser inovador, se mostrou de fácil aplicação, manuseio e dispensa o uso de técnicas específicas.

Os animais que se beneficiaram desta técnica permanecem em constante observação e até o momento deste trabalho não foram observadas alterações clínicas.

Entretanto, a realização de novos estudos que aprimorem design e utilize um número maior de animais e outras possibilidades de aplicação se faz necessária. A impressão 3D é um campo que oferece diversas possibilidades e tem se mostrado uma ferramenta importante nas ciências médicas. Explorar essas técnicas inovadoras e aperfeiçoar tem muito a contribuir com o avanço da medicina veterinária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINPET: Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. 2023. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/site/>>. Acesso em:

ALCANTARA, M. R. *et al.* Maceração fetal em gata: Relato de caso. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

ALMEIDA, L. J. **Propriedades mecânicas e térmicas de blendas de poliamida 6/rejeitos de ionômero surlyn®**. 2019. 107p. Dissertação de mestrado (mestrado em engenharia mecânica) – Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2019.

ALVES, A. P. *et al.* Cicatrização da musculatura reto-abdominal em coelhos submetidos à laparotomia com fios de sutura à base de quitosana, catgut cromado e poliglactina 910. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.5, p. 1742-1750, 2020.

ALVES, B. F. A.; HEBLING, L. M. G. F. Vantagens e desvantagens da castração cirúrgica de cães domésticos. Uma revisão integrativa de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 73157-73168, 2020.

AMARAL, C. R. A. **Levantamento das afecções cirúrgicas realizadas em pequenos animais atendidos no Hospital Veterinário Público do Recife**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

ANDRADE, A. C. D. S.; BITTENCOURT, L. H. F. D. B. Castração convencional e precoce: revisão de literatura. In: Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 11., 2013. Anais [...]. Cascavel, 2013.

ASSIS, M. M. Q. *et al.* Uma única aplicação de anticoncepcional produz alterações histológicas no útero de gatas híginas. **Peer Review**, v. 5, n. 7, p. 88-100, 2023.

ATAIDE, W. F. *et al.* Estudo retrospectivo dos procedimentos cirúrgicos realizados em cães e gatos em um Hospital Veterinário Universitário na Região Centro-Oeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, 35413-35422, 2020.

BORGES FILHO, O. P. Análise, caracterização e perspectiva de desenvolvimento de grampos cirúrgicos. 2013. 45p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

BRASIL. Lei Nº 13.426, de 30 de março de 2017. Dispõe sobre a política de controle da natalidade de cães e gatos e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017.

BREUNINGER, K. J. *et al.* **Recommendations for Age of Spay and Neuter Surgery**. Veterinary Task Force on Feline Sterilization, 2016

CAMPOS, A. C. D. S. **Técnica de ovariossalpingohisterectomia adaptada em cadelas (*Canis familiaris*) e gatas (*Felis catus domesticus*): caracterização cirúrgica, vantagens e limitações**. 2019. 80p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

CAMPOS, D. A. **Análise e comparação de matérias-primas e objetos de impressão 3D FDM através da utilização da técnica de FTIR e da espectroscopia de Raman para uso na análise de armas de fogo impressas**. 2023. 76p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Tecnologias Laboratoriais em Ciências Forenses) - Instituto Universitário Egas Moniz, Almada, 2023.

CATORZE, M. G. Laser: fundamentos e indicações em dermatologia. **Medicina Cutanea Ibero-Latino-Americana**, v. 37, n. 1, p. 5-27, 2009.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. **Resolução nº 1.275, de 25 de junho de 2019**. Conceitua e estabelece condições para o funcionamento de Estabelecimentos Médico-Veterinários de atendimento a animais de estimação de pequeno porte e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2019.

COSTA, B. M. V. D. B. **Cirurgia de Mínima Invasão: A Técnica de Laparoscopia na Castração de Canis Familiaris**. 2011. 77p. Dissertação de mestados (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Tecnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

DEGREGORI, E. B.; SERAFINI, G. M. C.; ROMAN, M. Hérnia incional após castração em fêmea canina – relato de caso. **Salão Do Conhecimento**, v. 2, n. 2, 2016.

DI GIOVANNI, M. E.; TARTARELLA, M. B. Nd: Yag laser em catarata infantil. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 69, p. 91-95, 2006.

DIAS, M. R. M. S.; BELCHIOR, G. A guarda responsável dos animais de estimação na família multiespécie. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 14, n. 2, 2019.

DIÓGENES, T. T. *et al.* Castração precoce. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 13, n. 2, p. 84-84, 2015.

EVANGELISTA V.; BIEGELMEYER, P. Castração e prevenção à piometra em cadelas e gatas. *In*: Congresso de Iniciação e Produção Científica, 12., 2020. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade Metodista de São Paulo, 2020.

FOSSUM, T. W. Cirurgia dos sistemas reprodutivo e genital. In: FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014.

GOMES, F. A. P.; MONTEIRO, K. M. S.; DE SOUZA, S. S. Gerenciamento populacional de cães e gatos através do castramóvel no município de Manaus no ano de 2022. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 7575–7583, 2023.

KUNKEL, M. E. *et al.* (2020). Manufatura Aditiva do Tipo FDM na Engenharia Biomédica. In: Maria Elizete Kunkel. (Org.). **Fundamentos e Tendências em Inovação Tecnológica**, v.1, 1ed. Seattle, United States: Kindle Direct Publishing, 2020, p. 50-69.

KUTZLER, M. A. Gonad-Sparing Surgical Sterilization in Dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 7, 2020

MANFRINI, F. C. D. F.; MAGALHÃES, C. N.; LEAL, L. M. Complicação tardia em osh com emprego de abraçadeira de nylon para ligadura de pedículos ovarianos e uterino: relato de caso. **Uningá Review**, v. 34, n. S1, p. 26-26, 2019.

MARCHINI, L. R.; AMOROSO, L. Castração pré-púbere e suas consequências: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 19, n. 1, 2021.

MATOZINHOS, I. P. *et al.* Impressão 3D: Inovações no campo da medicina. **Revista Interdisciplinar Ciências Médicas**, v. 1, n. 1, p. 143-162, 2017.

MENEZES FILHO, A. D. S. Políticas públicas de proteção aos animais. *In: Jornada Internacional de Políticas Públicas*, 6., 2013. **Anais [...]**. São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2023.

MENEZES, R. L. D. **Desenvolvimento de fibras de quitosana para aplicação como fios de sutura**. 2014. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência e Engenharia De Materiais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

MONTEIRO, B. P. *et al.* 2022 WSAVA guidelines for the recognition, assessment and treatment of pain. **Journal of Small Animal Practice**. v. 64, n. 4. P. 177-254, 2023.

MOURA, R. B. R. *et al.* Estudo dos efeitos de contraceptivos. **Ciências Agrárias e da Saúde FEA**, v.12, 2016.

NASCIMENTO, A. F. **Avaliação de fios de polipropileno comerciais para sutura visando a construção de um processo de certificação sanitária**. 2014. 70p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

NASCIMENTO, K. K. F. Castração de “pets” – um ato de amor. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 10-10, 2022.

NEWSOM, S. W. B. Pioneiros no controle de infecções — Joseph Lister. **Jornal de Infecção Hospitalar**, v. 55, n. 4, 246-253, 2003.

NUNES, M.; CASTRO, G. N. S. Utilização do bloqueio anestésico do quadrado lombar em castração de cadela: Relato de caso. **Pubvet**, v. 17, n. 02, 2023.

OLIVEIRA, R. C. B.; TURRINI, R. N. T. Tempos cirúrgicos, eletrocirurgia e laser. In: CARVALHO, R.; BIANCHI, E. R. F. **Enfermagem em centro cirúrgico e recuperação**. Barueri: Manole, 2007.

OLIVEIRA, S. N. *et al.* Hiperplasia mamária em gata após aplicação única de medroxiprogesterona: relato de caso. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 12, n. 3, p.62-62, 2014.

PELESTOR, A. **A utilização do laser em medicina dentária no doente geriátrico oncológico**. 2019. 90p. Dissertação de mestrado (Mestrado em Medicina Dentária) - Instituto Universitario Egas Moniz, Almada, 2019.

PERVAIZ, S. *et al.* 3D Printing of Fiber-Reinforced Plastic Composites Using Fused Deposition Modeling: A Status Review. **Materials (Basel)**, v. 14, n. 16, 2021.

PRUSA RESEARCH. Original Prusa MK4 3D Printer kit. Praga, Prusa Research by Josef Prusa. Disponível em: <https://www.prusa3d.com/product/original-prusa-mk4-kit-2/> Acesso em:

QUEIROZ, L. A.; REIS, P. H. R. G.; OLIVEIRA, R. M. Análise sobre as impressões 3d na medicina. **Revista FT**, v. 123, 2023.

QUESSADA, A. M. *et al.* Comparação de técnicas de ovariosalpingohisterectomia em cadelas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 3, p. 253-258, 2009.

RIBEIRO, A. R.; GRAZIANO, K. U. Os fios de sutura cirúrgica e a enfermeira de centro cirúrgico: critérios de previsão e provisão segundo a natureza das instituições hospitalares. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 37, p. 61-68, 2003.

SANTANA, L. R.; OLIVEIRA, T. P. Guarda responsável e dignidade dos animais. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 1, n. 1, 2006.

SANTOS, J. M. *et al.* Estudo comparativo de anastomoses colorretais com anel biofragmentável e com grampeador em cães submetidos à irradiação gama pré-operatória¹. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 18, n. 6, 2003.

SÃO PAULO. Lei nº 14.483, de 16 de julho de 2007. Dispõe sobre a criação e a venda no varejo de cães e gatos por estabelecimentos comerciais no Município de São Paulo, bem como as doações em eventos de adoção desses animais, e dá outras providências. São Paulo: Câmara Municipal, 2007.

SILVA, L. S. **Aplicabilidade e reação tecidual dos fios de sutura**. 2009. 42p. Tese de Doutorado (Doutorado em em Ciência Animal) – Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, Y. F. R. S. *et al.* Malformação fetal após o uso de acetato de medroxiprogesterona no início da gestação em cadela e gata. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ANCLIVEPA, Abril, 2012, Curitiba. **Archives of Veterinary Science**. Curitiba, 2012.

SILVEIRA, C. P. B. D. *et al.* Validação de técnica hemostática do complexo arteriovenoso ovariano na ovariosalpingohisterectomia de gatas. *Ciência Animal Brasileira*, v. 16, p. 81-92, 2015.

SILVEIRA, C. P. B. *et al.* Estudo retrospectivo de ovariosalpingo-histerectomia em cadelas e gatas atendidas em Hospital Veterinário Escola no período de um ano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 335-340, 2013.

Tecnocubo. Filamento Impressão 3D Printalot Nylon Natural 1Kg. Atibaia, Tecnocubo. Disponível em: https://www.tecnocubo.com.br/produto/FNYL17510301.html?utm_source=Site&utm_medium=GoogleShopping&utm_campaign=IntegracaoGoogle&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw_e2wBhAEEiwAyFFFo3dCK0Js42SwsVyyvpHtNXg_dCR5PJTYOuWjk_lxPThrN0fVluKvwnxoCE_sQAvD_BwE . Acesso em:

TUDURY, E. A. *et al.* Hemostasia e incisão do pedículo ovariano de gatas submetidas à ovariosalpingo-histerectomia eletiva por meio da técnica das três pinças ou do eletrobisturi bipolar. Estudo comparativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1427-1434, 2014.

VARGAS, A. *et al.* El papiro de Edwin Smith y su trascendencia médica y odontológica. **Revista médica de Chile**, v. 140, n. 10, p. 1357-1362, 2012.

VIEIRA, T. R.; CARDIN, V. S. G. Antrozoologia e Direito: o afeto como fundamento da família multiespécie. **Revista de Biodireito e Direito dos Animais**, v. 3, n. 1, p. 127-141, 2017.

ANEXOS



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UBM
R. Vereador Pinho de Carvalho, 267, Centro, Barra Mansa – RJ.
Prédio II, 1º andar, Sala 2 - Tel.: (24) 3325-0205.
E-mail: ceua@ubm.br

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO CIRÚRGICO EM MATERIAL BIOCOMPATÍVEL PARA HEMOSTASIAS E LIGADURAS EM OVARIOSALPINGOHISTERECTOMIA EM GATAS**”, Protocolo n.º **003/2022**, sob a responsabilidade de LUCIANA ATAYDE DA HORA, HENRIQUE CUNHA CARVALHO e LÍVIA HELENA MOREIRA DA SILVA MÉLO e sob a orientação do Prof. Dr. CARLOS JOSÉ DE LIMA e coorientação do Prof. MSc. RAPHAEL ANDRADE DE CASTRO, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo *Chordata*, subfilo *Vertebrata* (exceto o homem), para fins de pesquisa científica encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA (CEUA UBM), em reunião de 14/06/2023.

Vigência do projeto	2023/1.º Semestre a 2023/2.º Semestre
Espécie /Linhagem	Gatas / SRD
Nº de Animais	5
Peso/Idade	1,5 - 10kg / 1-9 ano
Sexo	Feminino
Origem	Domicílio do tutor.

Barra Mansa, 16 de junho de 2023.

Prof.^a Simone Pontes Xavier Salles
Vice Coordenadora CEUA/UBM

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BARRA MANSA - UBM // ENTIDADE MANTENEDORA - SOBEU - ASSOCIAÇÃO BARRAMANSENSE DE ENSINO

// CAMPUS BARRA MANSA . Rua Vereador Pinho de Carvalho, 267 . Centro . Barra Mansa . RJ . CEP 27330 550 . Tel.: (24) 3325-0222 . Fax (24) 3323-3690

// CAMPUS CICUTA . Rua Luís Guilherme de Ataíde Cruz, 714 (antiga Rua 35) . Fazenda Santa Cecília . Barra Mansa . RJ . Tel.: (24) 2102-0222 . Fax: (24) 2102-0243