

PROTÓTIPO DE CAPTON EM IMPRESSÃO 3D

MARAN, Thalita Thronicke Ribeiro¹
PIAZZOLO, Marcos²

RESUMO

Este estudo investiga a eficácia dos captons impressos em 3D nas técnicas de sutura veterinária, focando na redução da tensão nas bordas da ferida e na promoção da cicatrização. A sutura captonada é uma alternativa à sutura convencional, utilizando dispositivos que criam um espaço seguro entre o fio de sutura e a pele. A pesquisa destaca a importância da impressão 3D na produção de dispositivos personalizados, que podem ser usados para melhorar técnicas cirúrgicas existentes. O capton foi modelado digitalmente no software Autodesk Fusion e impresso em 3D com filamento de PLA. Embora o material tenha sofrido deformação durante o processo de esterilização em autoclave, os testes de resistência em sutura demonstraram que o dispositivo se manteve estável e funcional. Os resultados indicam que, apesar da falha na esterilização, o capton é eficaz em manter a integridade da sutura. O estudo sugere a necessidade de explorar métodos alternativos de esterilização e novos materiais para otimizar o uso dessa aplicação na medicina veterinária. Assim, este trabalho contribui para a compreensão das tecnologias emergentes na área, evidenciando seu potencial na melhoria das técnicas cirúrgicas.

PALAVRAS-CHAVE: sutura. capton. impressão 3d. veterinária.

1. INTRODUÇÃO

A tensão sobre as bordas da ferida é a causa mais comum de deiscência de sutura e falha de reconstruções cutâneas. Quando as suturas são realizadas com excesso de tensão, particularmente nas extremidades, pode ocasionar o comprometimento da vascularização e da drenagem linfática em áreas adjacentes, ou reduzir a perfusão nas bordas da ferida, causando atraso em sua cicatrização ou deiscência da sutura (HUPPES *et al.* 2022).

A aplicação de *captons* nas técnicas de sutura tem como objetivo reduzir a tensão aplicada sobre os tecidos, criando um espaço seguro entre o fio e a pele a ser suturada (QUITZAN *et al.* 2013).

Com o avanço da tecnologia de impressão 3D, diversas áreas da saúde têm sido beneficiadas, tornando possível produzir prototipagens rápidas de tecidos vivos, modelos anatômicos, implantes, próteses e várias outras possibilidades (LACERDA, 2020).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sutura captonada é uma técnica executada de maneira semelhante à sutura convencional, porém distingue-se pela utilização de dispositivos adicionais denominados *captons*. Esses *captons*, que podem consistir em pequenos tubos de borracha, geralmente confeccionados a partir de materiais

¹ Acadêmica do décimo período do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário FAG. E-mail: ttribeiro.thalita@gmail.com

² Médico Veterinário. Mestre em ciência animal pela Universidade Federal do Paraná. Docente do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário FAG. E-mail: piazzolo@gmail.com

médicos, ou botões, têm a função de espaçar os fios de sutura e as bordas da pele, estabelecendo um distanciamento adequado (PRADO *et al.*, 2016).

A utilização de *captons* em técnicas de sutura visa reduzir a distensão dos tecidos, evitando que o fio de sutura secciona a pele através da tensão aplicada, criando um espaço de segurança entre o fio e a pele do animal (QUITZAN *et al.*, 2013).

Uma sutura considerada de boa qualidade é aquela que permite adequada cicatrização com a perfeita aproximação anatômica e funcionalidade ideal. A capacidade da sutura em manter os bordos da ferida unidos de forma segura e estável ao longo do processo de cicatrização é crucial para minimizar o risco de complicações, como infecções e deiscências, e para promover uma recuperação mais rápida e eficaz para o paciente (QUITZAN *et al.*, 2013).

Conforme mencionado por Arruda (2017), a medicina veterinária tem testemunhado significativos avanços na esfera do ensino e formação profissional. Contudo, é importante ressaltar que ainda persiste uma notável carência de investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias voltadas para a melhoria das técnicas e resultados na área veterinária. Esta lacuna de conhecimento entre a população em geral e a compreensão do papel crucial desempenhado pelos veterinários na evolução das práticas e técnicas tem representado um obstáculo significativo para o progresso tecnológico e aprimoramentos substanciais na área.

A função do médico veterinário não se limita apenas ao cuidado com animais de companhia, é uma questão de saúde pública. O papel central desse profissional envolve o tratamento de enfermidades que não apenas impactam a vida dos animais, mas também afetam diretamente os seres humanos que convivem com eles. Essa interseção entre saúde animal e saúde humana sublinha a importância estratégica dos veterinários em aperfeiçoar as técnicas existentes para um melhor atendimento como um todo (BARRETO *et al.*, 2022).

Diversas áreas da saúde, incluindo a medicina veterinária, têm se beneficiado do constante avanço tecnológico. Dentre as diversas tecnologias em ascensão, a manufatura aditiva (impressão 3D) tem se destacado como uma ferramenta importante na prática clínica e cirúrgica veterinária (STUMPF *et al.*, 2019). A capacidade de criar estruturas complexas em três dimensões possibilita um planejamento cirúrgico mais preciso e a fabricação de implantes personalizados, abrindo novas possibilidades para o tratamento de condições veterinárias mais difíceis (GARDNER *et al.*, 2017).

A Manufatura Aditiva é um processo de fabricação que consiste na adição controlada e sucessiva de material em camadas, a partir de informações geradas diretamente de um modelo geométrico tridimensional (3D) computacional do componente a ser produzido. Esse modelo 3D, comumente criado por meio de software de CAD (*Computer-Aided Design*), orienta todo o processo de fabricação. A técnica permite a produção de componentes físicos utilizando uma ampla variedade

de materiais, formas e princípios construtivos. Por ser inteiramente automatizado o processo de construção apresenta uma eficiência superior em termos de tempo, especialmente quando comparado aos métodos de fabricação convencionais (VOLPATO, CARVALHO, 2021).

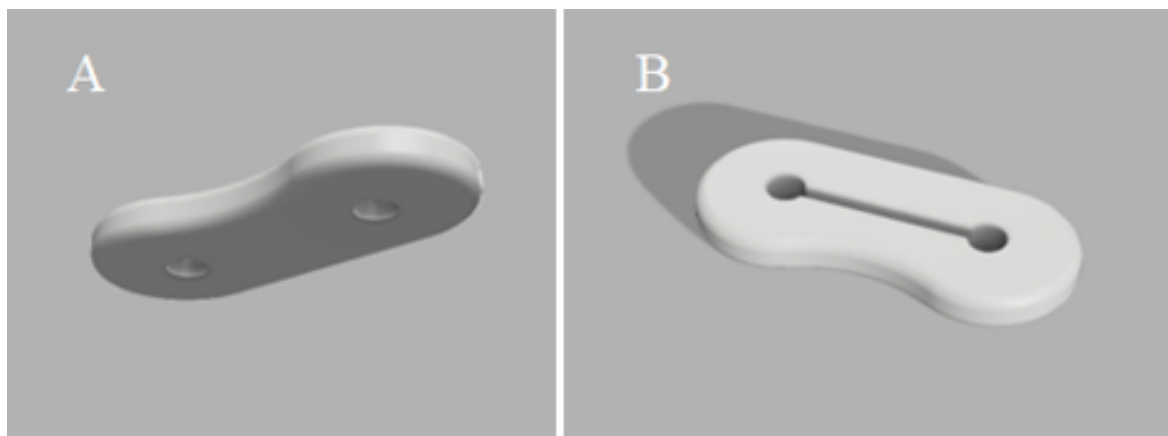
Em todas as aplicações dessa tecnologia o uso desses modelos na medicina veterinária demonstra grande aumento da eficácia na intervenção cirúrgica, redução no tempo operatório e melhorias na segurança dos pacientes, podendo concluir-se tratar de uma vantagem para a área em que será implantada. (MARTZ, CASSOLA, KRAMER, 2020).

O objetivo deste trabalho foi criar um dispositivo personalizado, adaptado às especificidades anatômicas dos pacientes e capaz de auxiliar em diferentes procedimentos cirúrgicos. O processo envolveu desde a modelagem digital precisa até a impressão 3D e testes funcionais, garantindo que o dispositivo atenda aos padrões de segurança, ergonomia e eficácia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção do modelo foi utilizado o software de CAD (*Computer-Aided Design*) denominado Autodesk Fusion, na versão 2024. As dimensões iniciais foram estabelecidas com base nas adaptações atualmente adotadas na prática cirúrgica, chegando ao valor de 15mm de comprimento, 6.6mm de largura e 1.5mm de profundidade, com dois orifícios medindo 1.5mm de diâmetro com um sulco interligando-os em 0.5mm de profundidade (Figura 1).

Figura 1 – (A) Imagem digital do modelo projetado em 3D em vista inferior. (B) Vista superior.

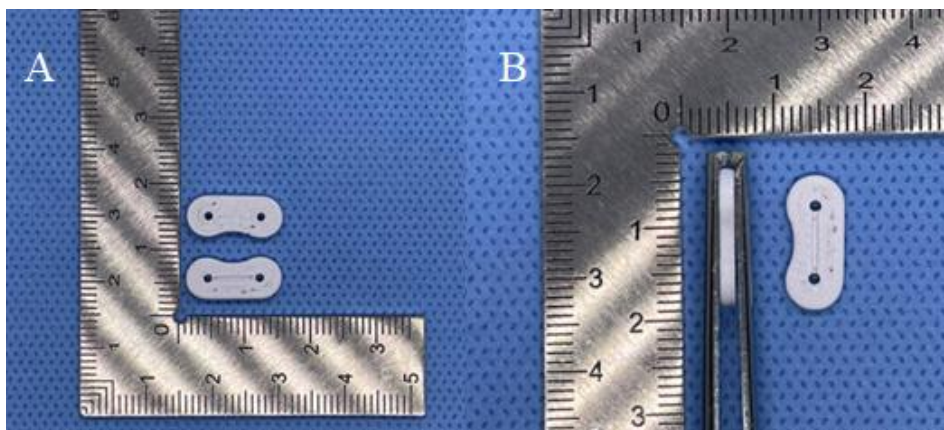


Fonte: Arquivo pessoal (2024).

A partir do modelo virtual projetado as próteses foram impressas em 3D por manufatura aditiva, utilizando o equipamento de impressão A1 Mini, da marca Bambu Lab, empregando filamento de

PLA (ácido polilático), na cor branco gesso, com espessura de 1,75mm, como material base (Figura 2). Por meio da confecção 3D, foi possível manter microvilosidades em toda a base das peças, na intenção de evitar que o contato prolongado com o tecido em aplicação de tensão não causasse possíveis isquemias.

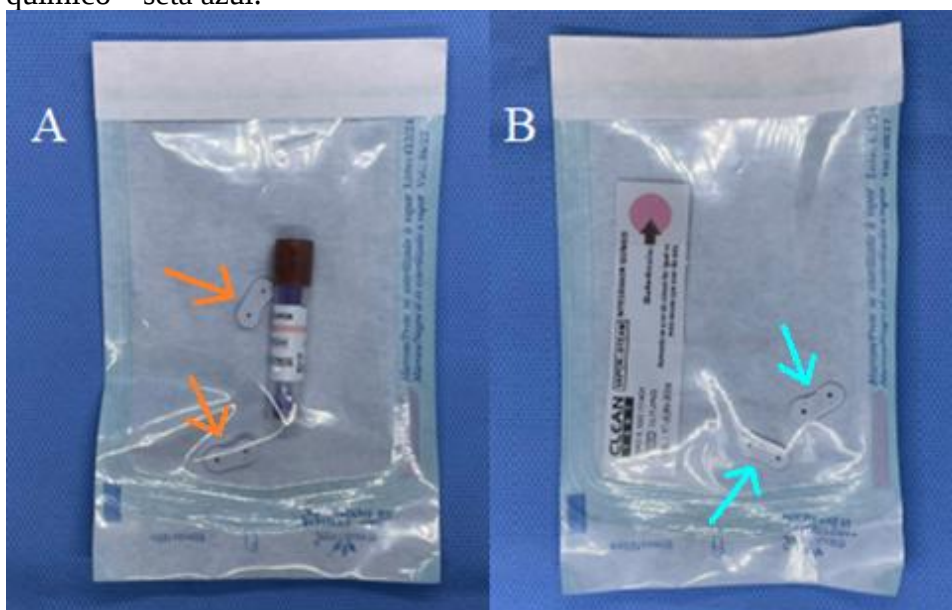
Figura 2 – (A) Imagem do modelo impresso em vista superior. (B) Vista lateral.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

As peças foram acondicionadas em envelopes próprios para esterilização com indicadores químicos e biológicos na mesma carga para assegurar a segurança da esterilização. (Figura 3).

Figura 3 – (A) Protótipo junto de indicador biológico – seta laranja. (B) Protótipo junto de indicador químico – seta azul.

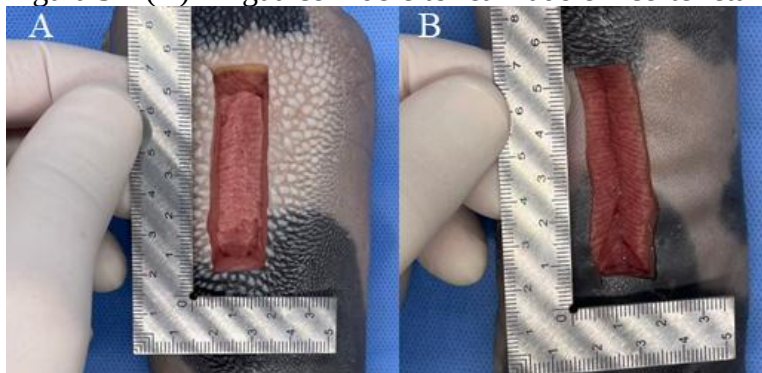


Fonte: Arquivo pessoal (2024).

O processo de esterilização foi realizado em autoclave, com os envelopes acondicionados sozinhos dentro do equipamento, utilizando o ciclo rápido a 121°C por 15 minutos.

Utilizando modelos que não passaram pelo ciclo de esterilização, foram realizados testes de tensão em sutura, realizando defeitos em língua bovina, nas medidas de 5 cm de comprimento, 1,5 cm de largura com 1 cm de profundidade (Figura 5).

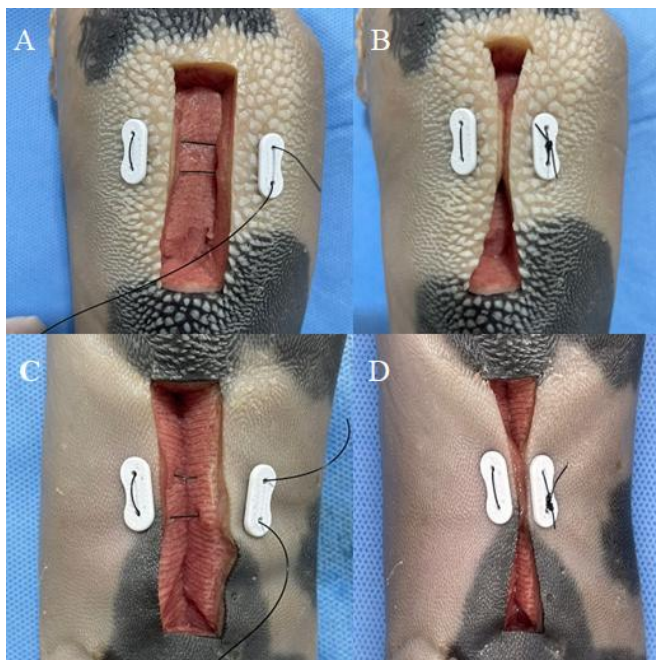
Figura 5 – (A) Língua com defeito realizado em corte retangular. (B) Defeito em corte diagonal.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

A partir dos defeitos, foram realizados pontos de sutura utilizando os protótipos de *capton*, em padrão *Wolff*, com fio *Nylon* (poliamida) na medida 2-0 (Figura 6).

Figura 6 – (A) Posicionamento dos *captons* no recorte retangular. (B) Ponto de sutura realizado. (C) Posicionamento dos *captons* no recorte diagonal. (D) Ponto de sutura realizado.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O filamento utilizado para confecção das peças (PLA) não resistiu à exposição em alta temperatura, sofrendo deformações em toda sua extensão (Figura 4), contrariando o estudo realizado por Ramos, Wild e Martins (2023), que comprova sucesso no ciclo rápido de esterilização desse mesmo material sem nenhum sinal de deformidade.

Figura 4 – Protótipo apresentando deformidades pós tentativa de esterilização.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

No teste de resistência, realizado utilizando defeitos em língua bovina com aplicação de sutura com alta tensão, o resultado foi positivo, o dispositivo permaneceu estável, sem mudanças em sua estrutura e o modelo ergonômico se mostrou funcional, com o sulco medial impedindo deslizamentos no fio durante e após realização do ponto de sutura, além de o tamanho da peça ser adequado para o procedimento realizado. Estudos realizados por Calhau (2023) corroboram com a segurança do PLA, assegurando o uso para fabricação de diversos materiais incluindo equipamentos médicos, visto que o material tem boa durabilidade, não demonstra deformação com o uso, não libera odores e não contém toxinas.

O presente estudo apresentou algumas limitações, entre elas a deformação total do material ao ser submetido a um processo de esterilização em alta temperatura, podendo indicar diferenças na qualidade do filamento utilizado em comparação com estudos anteriores, para trabalhos futuros sugere-se a utilização de outros métodos de esterilização das peças, como óxido de etileno, radiação ultravioleta (UV), radiação ionizante com raios gama ou a substituição do filamento de PLA por outro material, como *nylon* (poliamida), *PEEK* (poliéter-eter-cetona) entre outras opções; a subjetividade do teste mecânico realizado, não sendo possível medir precisamente a quantidade de tensão máxima

que o protótipo suporta, para trabalhos futuros sugere-se testes com células de força para uma melhor mensuração.

A impressão 3D, neste estudo, destacou-se em relação aos métodos tradicionais, como moldagem ou usinagem, devido à economia de materiais, à eliminação de etapas complexas e à facilidade na modelagem das peças, o que tornou o processo mais ágil e flexível.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos conclui-se que, apesar de ter havido falha no processo de esterilização, o modelo projetado e confeccionado por meio da impressão tridimensional mostrou-se eficaz para utilização, com tamanho e ergonomia adequados.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, B. F. A Medicina Veterinária no Brasil: avanços e perspectivas. **Revista Unimar Ciências**, 2017. v. 26, p. 1-2.

BARRETO, D. R. A.; NASCIMENTO, U. F. S.; FONSECA, A. J.; AGUIAR, W. F. S.; FONTES, P. T. N.; GOES, L. C. A importância do médico veterinário na saúde pública: Uma revisão de literatura. **Ciências Rurais em Foco**, v. 9, p. 42, 2022.

CALHAU, M. L. T. **Impressão 3D de instrumentos médicos: modelação, design e viabilidade**. 2023.

GARDNER, A. B.; USHERWOOD, T.; HARRIS, J.; RAYWARD, R.M.; BURTON, N.J. A biomechanical comparison of locked and non-locked plate/screw fixation of the canine tibia. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, 2017. v. 30 n. 3, p. 204-209.

HUPPES, R. R.; NARDI, A. D.; PAZZINI, J. M.; CASTRO, J. L. C. **Cirurgia reconstrutiva em cães e gatos**. São Paulo: Medvet, 2022. v. 1, p. 3.

LACERDA, T. F.; ROMANIELO, A. F. R.; GOMES, S. M.; SOUZA, J. K. L.; CARVALHO, V. C. S.; MACHADO, L. C. S.; CHAVES, A. C. H.; MARTINS, A. C. L. Aplicabilidade da impressora 3D na prática médica contemporânea. **Brazilian Journal of Health Review**, 2020. v. 3, n. 1, p. 620-625.

MARTZ Jr.; J. M., CASSOLA, V. F.; KRAMER, R. Three-dimensional printing technology applied to medical education in veterinary medicine: Integrating anatomical teaching models and surgical training. **Anatomia Histologia Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series C**, 2020.

PRADO, R. R.; MENDONÇA, E. P.; MONTEIRO, G. P.; MELO, R. T.; ROSSI, D. A. Apostila ilustrada de cirurgia veterinária. **Pubvet**, 2016. v. 10, n. 1, p. 29-60.

QUITZAN, J. G.; SANTOS, I. F. C.; NABESSIMA, C.; BONANDO, M. M. **Técnica cirúrgica veterinária**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2013. p. 78.

RAMOS, C. H.; WILD, P. M.; MARTINS, E. C. Eficácia na esterilização de objetos produzidos pela impressão 3D com material ácido polilático: comparação entre os métodos autoclave e óxido de etileno. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 58, n. 2, p. 284-289, 2023.

STUMPF, A.J.; MARCHIORI FILHO, D.; NIELLA, R. V. P. G.; PACHECO JR., 3D printing in veterinary orthopedic surgery: from CT image to surgical guide. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 2019. v. 39 n. 8.

VOLPATO, N.; CARVALHO, J. de. Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D. In: **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Blucher, 2017. v. 1, p. 15-17.