

ESTUDO PRELIMINAR DA UTILIZAÇÃO DA PELE DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PROCESSADA EM GLUTARALDEÍDO 0,5% OU CLOREXIDINA 2% EM HERNIOPLASTIA ABDOMINAL DE *RATTUS NOVERGICUS*, VARIEDADE WISTAR

PRELIMINARY STUDY OF USE OF NILE TILAPIA SKIN (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) PROCESSED IN 0,5% GLUTARALDEHYDE OR 2% CHLORHEXIDINE IN ABDOMINAL HERNIOPLASTY OF *RATTUS NOVERGICUS*, WISTAR VARIETY

Siria da Fonseca Jorge, Docente do curso de graduação em Medicina Veterinária, UNIFESO, siriajorge@unifeso.edu.br.

Pedro Henrique Perrotti dos Santos, Médico Veterinário Autônomo, pedroperrottivet@hotmail.com.

Carolina Seabra da Costa, Médica Veterinária Autônoma, carolinaseabra@outlook.com.

Luiza Lobo Caitano, Discente do curso de graduação em Medicina Veterinária, UNIFESO, luizacailobo@hotmail.com.

Julia de Oliveira Araújo Almeida, Discente do curso de graduação em Medicina Veterinária, UNIFESO, juliadeoliveiraaraujoalmeida@gmail.com.

Marcelo Abidu Figueiredo, Docente do curso de graduação em Medicina Veterinária, UFRRJ, marceloabidu@gmail.com

RESUMO

Malhas biológicas são constituídas principalmente de tecidos ricos em colágeno fundamental para a reparação tecidual. A utilização destas tem se tornado cada vez mais frequente, impulsionada pela demanda e pela sua versatilidade de aplicação em diferentes contextos cirúrgicos. Entretanto sua utilização não está isenta de riscos, como infecções, lixiviar substâncias tóxicas ou absorção precoce. O presente estudo avaliou a utilização da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), processada em clorexidina 2% ou glutaraldeído 0,5% ambas conservadas em glicerina 100%, para hernioplastia abdominal em roedores. Foram analisados parâmetros clínicos, termográficos e macroscópicos *post mortem*. A pele processada em clorexidina apresentou boa integração tecidual, ausência ou mínima ocorrência de alterações clínicas pós-operatórias. As aderências observadas foram leves e não foram identificadas ruptura do implante ou recidiva herniária. Já a pele processada em glutaraldeído demonstrou adequada preservação estrutural e resistência mecânica, porém associada a reações clínicas e macroscópicas mais intensas, incluindo deiscência de sutura em alguns animais, possivelmente relacionadas à citotoxicidade do agente químico. Conclui-se que a pele de tilápia do Nilo processada em clorexidina 2% apresenta-se como biomaterial promissor e seguro para hernioplastias, já com glutaraldeído 0,5%, requer mais estudos para ajustes de concentração visando reduzir efeitos adversos.

Palavras-chave: Hernias abdominais; Cirurgia veterinária; Malhas cirúrgicas biológicas.

ABSTRACT

Biological meshes are primarily composed of collagen-rich tissues, which are essential for tissue repair. Their use has become increasingly frequent, driven by growing demand and their versatility across different surgical contexts. However, their application is not without risks, such as infection, leaching of toxic substances, or premature absorption. This study evaluated the use of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin, processed with either 2% chlorhexidine or 0.5% glutaraldehyde, both preserved in 100% glycerin, for abdominal hernioplasty in rodents. Clinical, thermographic, and macroscopic post-mortem parameters were analyzed. Skin processed with chlorhexidine showed good tissue integration, with absence or minimal occurrence of postoperative clinical alterations. The adhesions observed were mild, and no implant rupture or hernia recurrence was identified. In contrast, skin processed with glutaraldehyde demonstrated adequate structural preservation and mechanical resistance but was associated with more intense clinical and macroscopic reactions, including suture dehiscence in some animals, possibly related to the cytotoxicity of the chemical agent. It is concluded that Nile tilapia skin processed with 2% chlorhexidine is a promising and safe biomaterial for hernioplasty, whereas processing with 0.5% glutaraldehyde requires further studies to adjust its concentration in order to reduce adverse effects.

Keywords: Abdominal hernias; Veterinary surgery; Biological surgical meshes.

1. INTRODUÇÃO

As hérnias abdominais são definidas como a protrusão anormal de órgãos ou parte deles através de um defeito na parede abdominal e representam uma afecção que exige reparo cirúrgico. Embora telas sintéticas de polipropileno sejam amplamente utilizadas no fechamento de defeitos herniários, essas próteses podem estar associadas a complicações como reação inflamatória local, formação de aderências, erosão de órgãos adjacentes e infecção. Nesse contexto, há crescente interesse no desenvolvimento de materiais biológicos absorvíveis que atuem como matrizes de sustentação, com menor potencial de reação tecidual adversa. A pele de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem emergido como alternativa promissora devido à sua elevada composição de colágeno tipo I, principal componente da matriz extracelular, que favorece a infiltração celular e pode modular o processo de cicatrização quando empregada como biomaterial. Estudos experimentais têm explorado o uso de telas biológicas derivadas da pele de tilápia para reparo de hérnias abdominais em modelos animais, observando respostas teciduais compatíveis e menor reação inflamatória em comparação com telas sintéticas tradicionais (Venceslau et al., 2019; Jorge et al., 2023a).

A eficácia das malhas cirúrgicas no reparo de hérnias tem sido amplamente investigada com o objetivo de desenvolver próteses ideais que minimizem respostas teciduais adversas, sejam altamente biocompatíveis, reduzam a formação de aderências peritoneais e apresentem propriedades mecânicas adequadas como resistência, flexibilidade e textura compatível com o movimento fisiológico do abdome. Esses dispositivos não apenas oferecem suporte mecânico para proteger as vísceras, mas também buscam promover integração tecidual eficiente e reduzir complicações como dor crônica, obstrução intestinal e fístulas associadas ao contato entre a tela e os órgãos intraperitoneais (Brown et al., 2020).

As malhas de origem biológica exigem técnicas específicas de processamento com o objetivo de preservar suas propriedades estruturais e biológicas, como a integridade das fibras de colágeno e a resistência mecânica, além de reduzir a antigenicidade do material. Esses processos podem incluir métodos de descélularização, reticulação química e conservação adequada da matriz extracelular, que influenciam diretamente a resposta inflamatória e a integração tecidual após o implante.

Adicionalmente, a esterilização eficaz dessas próteses é etapa fundamental para minimizar o risco de infecções no período pós-operatório, devendo garantir segurança microbiológica sem comprometer as características funcionais do biomaterial (Ibrahim et al, 2020).

A clorexidina destaca-se pelo seu amplo espectro de ação antimicrobiana e por suas propriedades antissépticas bem estabelecidas, apresentando baixa toxicidade local e sistêmica quando empregada em concentrações de até 2%, o que justifica seu uso recorrente na área médico-cirúrgica. A glicerina a 98% tem sido amplamente utilizada na preservação de biomateriais orgânicos, em virtude de sua capacidade de desidratação celular e efeito antimicrobiano indireto, sendo empregada na conservação de membranas biológicas provenientes de diferentes espécies. Por sua vez, o glutaraldeído é um agente bactericida e fixador químico utilizado desde a década de 1960 na desinfecção e pré-conservação de membranas biológicas, principalmente devido à sua eficácia na estabilização celular, ampla disponibilidade e histórico consolidado em estudos experimentais envolvendo xenotransplantes (Alvarenga, 1992; Baucia et al. 2006; Almeida; Duque; Marion, 2014).

A pele de tilápia destaca-se como uma alternativa sustentável e economicamente viável em comparação a outros biomateriais disponíveis comercialmente. A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies de peixes mais amplamente cultivadas no mundo, especialmente em países tropicais, o que garante elevada disponibilidade e produção contínua desse recurso. Apesar de seu potencial biotecnológico, a pele da tilápia ainda é majoritariamente considerada um subproduto do processamento industrial do pescado, sendo frequentemente descartada como resíduo. Essa condição favorece sua utilização como biomaterial de baixo custo, agregando valor a um material anteriormente negligenciado e ampliando suas aplicações na área médico-cirúrgica e experimental (Lima Júnior et al., 2017).

Considerando a utilização da pele de tilápia como uma alternativa promissora, mas não totalmente isenta de riscos, o presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetida a diferentes métodos de esterilização (clorexidina a 2% e glutaraldeído a 0,5%), como implante cirúrgico biológico no reparo de hérnias da parede abdominal em *Rattus norvegicus*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso de biomateriais no reparo da parede abdominal tem sido amplamente investigado como alternativa às telas sintéticas, especialmente em função da necessidade de materiais que promovam integração tecidual adequada e reduzam reações inflamatórias prolongadas. Nesse cenário, tecidos de origem biológica têm se destacado por apresentarem organização estrutural semelhante à matriz extracelular, favorecendo processos de cicatrização mais fisiológicos (Ricciardi et al., 2012; Smeak, 2018).

Recentemente, a pele de peixes tem despertado interesse na área de engenharia de tecidos devido à sua elevada concentração de colágeno e ao baixo potencial imunogênico. A pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta resistência mecânica compatível com aplicações cirúrgicas temporárias e tem sido explorada como biomaterial em diferentes modelos experimentais, demonstrando potencial como arcabouço biológico para reparação tecidual (Jorge et al., 2021).

3. METODOLOGIA

Este experimento foi submetido à Comissão de Ética do Uso de Animais de Experimentação (CEUA/UNIFESO) do Centro Universitário Serra dos Órgãos, e aprovado sob registro nº564/23.

Com isso, esta pesquisa encontra-se de acordo com a Lei nº11.794 de 8 de outubro de 2008 (DIÁRIO OFICIAL, 2008). Também, este estudo segue às Diretrizes ARRIVE (Animal Research: Retorting of In Vivo Experiments) para utilização de animais de experimentação em pesquisas (Kilkenny et al., 2010).

Os animais deste estudo são provenientes e permaneceram alojados na Instalação de Ciência do UNIFESO. Em caixas de polipropileno (43 cm x 23 cm x 16 cm) forradas de maravalha autoclavada e enriquecidas com brinquedos, sob condições de ciclo circadiano, temperatura ambiente de 22 ± 2 °C, umidade relativa do ar entre 45% e 60% e exaustão de ar de 10 – 15 trocas de ar/hora, tendo total acesso a ração comercial Nuvilab® alimento completo (Fabricante: Quimtia) e água potável, trocadas a cada 24 horas.

Neste estudo foram utilizados vinte *Rattus norvegicus*, variedade Wistar, machos, jovens, com peso médio de 400 ± 50 g e dimensões corporais semelhantes. Os animais foram divididos em dois grupos de 10, um grupo recebeu pele de tilápia processada com clorexidina 2% e outro com glutaraldeído 0,5% sendo avaliados aos 7 e 30 dias de pós-operatório, com análise dos processos inflamatórios agudo e crônico.

O preparo dos materiais e das soluções destinadas à confecção dos implantes de pele de Tilápia do Nilo constituiu a etapa inicial do experimento. Todos os procedimentos foram realizados sob rigorosas condições de assepsia, com o objetivo de minimizar ao máximo o risco de contaminação, incluindo a autoclavagem de recipientes e materiais, bem como o uso de luvas estéreis desde a limpeza dos peixes até o manuseio final dos implantes.

As peles de Tilápia do Nilo foram obtidas a partir de peixes provenientes do tanque escavado do campus Quinta do Paraíso, da Faculdade de Medicina Veterinária do Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO). Após a despesca, os animais foram imediatamente transportados ao Laboratório de Produtos de Origem Animal (POA), localizado no mesmo campus, acondicionados em gelo, em trajeto com duração aproximada de cinco minutos.

Após a dessensibilização, os peixes foram abatidos para consumo de carne, em conformidade com as normativas legais vigentes. As peles, que seriam descartadas após o processamento para consumo, foram obtidas por doação e destinadas à realização da presente pesquisa. Em seguida, os fragmentos de pele foram divididos em dois grupos e submetidos ao processamento. As peles do primeiro grupo foram imersas em solução comercial de clorexidina degermante a 2% (Rioquímica®), por 60 minutos, seguidas de lavagem abundante com solução estéril de NaCl 0,9% (Jorge, 2016; Jorge et al., 2021).

O segundo grupo de peles de Tilápia foi submetido à imersão em solução de glutaraldeído a 0,5% (Glutacin 28®, CINORD®). O produto foi adquirido na concentração de 2% e posteriormente diluído proporcionalmente com água destilada até a obtenção da concentração desejada, sendo a solução final tamponada com PBS (pH 7,4). Então, os fragmentos de pele de tilápia foram imersos na solução de Glutaraldeído 0,5% por 18 dias, seguindo posteriormente para lavagem com NaCl 0,9% estéril e processo de conservação (Novaes, 2015; Jorge et al, 2023b, Costa et al., 2024).

Após o processo de desinfecção, as peles foram submetidas a processamento idêntico e enca-minhadas para conservação em recipientes de vidro vedáveis e previamente autoclavados, contendo solução comercial de glicerina a 100%, em volume suficiente para a completa imersão dos implantes, onde permaneceram armazenadas por um período mínimo de 30 dias (Jorge et al, 2021).

No momento da utilização, os implantes foram reidratados por meio de imersão em solução estéril de NaCl 0,9%, por um período mínimo de 20 minutos (Jorge, 2016; Jorge et al, 2021).

A técnica anestésica foi realizada com o objetivo de minimizar o estresse dos animais. Inicialmente, procedeu-se à contenção química individual em câmara anestésica, utilizando isoflurano (Isoforine®)

em oxigênio a 100%. Em seguida, foi administrada a associação de cetamina (75 mg/kg; Cetamin® 10%) e xilazina (8 mg/kg; Xilazin® 2%), por via intraperitoneal (Flecknell; Thomas, 2017).

A manutenção anestésica foi realizada por meio de máscara facial, utilizando circuito Baraka neonatal, com os mesmos gases administrados em vaporizador universal, conforme a necessidade, de acordo com os parâmetros transanestésicos. Durante o período transanestésico, os animais e o ambiente foram submetidos a controle térmico, com o objetivo de reduzir a hipotermia decorrente do procedimento anestésico-cirúrgico (Sartori; Mello, 2018).

A analgesia foi realizada por meio da administração de cloridrato de tramadol (12,5 mg/kg; Cloridrato de Tramadol® 50 mg/mL), por via subcutânea, no pós-operatório imediato e mantida por cinco dias consecutivos, em intervalos de 12 horas. A avaliação da dor foi realizada por meio da escala Grimace, com instituição de analgesia de resgate, quando necessário.

Para a realização das capturas termográficas, foi empregada contenção química em câmara anestésica, seguida de manutenção por máscara facial, utilizando isoflurano associado a oxigênio a 100% (Flecknell; Thomas, 2017).

A técnica cirúrgica foi realizada conforme descrito por Jorge (2016), Jorge et al. (2021) e Costa et al. (2024). Inicialmente, procedeu-se à incisão xifo-pubiana da pele na linha média, seguida de dissecação do tecido subcutâneo. Em seguida, foram posicionados dois reparos cutâneos na região abdominal direita e realizada a confecção de uma falha em toda a espessura da parede abdominal direita, incluindo aponeuroses musculares, musculatura e peritônio, medindo 1,5 cm no eixo transversal por 3,0 cm no eixo longitudinal.

Na sequência, o implante correspondente ao grupo experimental foi posicionado, com a epiderme da tilápia voltada para o interior da cavidade abdominal do rato, sobre a falha abdominal e fixado às bordas musculares por meio de sutura simples contínua, interrompida em cada bordo da ferida, utilizando fio de nylon 4-0 (PROCARE®). Por fim, realizou-se a síntese cutânea com pontos em padrão “Wolf”, empregando fio de nylon 4-0 (PROCARE®) (Figura 1).

Figura 1: Fotomacrografia do implante posicionado sobre a falha abdominal.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

No pós-operatório os animais receberam antibioticoterapia com Enrofloxacin durante 7 dias na dose de 100mg para cada litro de água ingerido (Viana, 2007; Jorge, 2016; Jorge et al, 2021).

As avaliações clínicas foram realizadas conforme descrito por Jorge (2016), Jorge et al. (2021) e Jorge et al. (2023), sendo conduzidas diariamente até o sétimo dia de pós-operatório e, posteriormente, nos dias 15 e 30, com o objetivo de avaliar os processos inflamatórios agudo e crônico. Inicialmente, os animais foram pesados para posterior análise ponderal.

Em seguida, procedeu-se à avaliação clínica da região abdominal, investigando a presença de edema, seroma, infecção, hematoma, abscesso, fístula, deiscência de sutura e necrose. Quando presentes, essas alterações foram classificadas de acordo com escores de gravidade, sendo: ausente; leve (+); moderado (++); grave (+++); muito grave (++++). Adicionalmente, os animais foram observados quanto ao comportamento geral e à mobilidade.

A análise termográfica ocorreu por meio da captura de imagens nos dias dos procedimentos cirúrgicos (dia 0) e nos dias 3, 7, 15 e 30 de pós-operatório. As imagens termográficas foram obtidas utilizando um termógrafo da marca Flir®, modelo T420, Danderyd, Suécia, com resolução de 320 × 240 pixels, sensibilidade térmica de 0,045 °C e emissividade ajustada para 0,99, considerando a temperatura e a umidade ambiental. Sendo então comparados os valores médios de temperatura dos dois lados abdominais, através de cinco pontos de temperatura aleatórios em cada um dos lados do abdômen dos ratos, mensurados no software da Flir Tools.

Para a captura das imagens, os animais foram rapidamente sedados com isoflurano associado a oxigênio (Figura 7). Após a sedação e posicionamento em decúbito dorsal, realizou-se a tricotomia completa da região abdominal, seguida da captura das imagens termográficas a uma distância aproximada de 1 metro dos animais (Jorge, 2016; Jorge et al., 2021).

A análise termográfica foi realizada a partir do processamento das imagens capturadas no aplicativo Flir Tools®. Por meio desse processamento, realizou-se a mensuração e a comparação das temperaturas cutâneas das regiões abdominais direita (com implante de pele de Tilápia) e esquerda (considerada região controle). A análise estatística dos dados foi aplicada no processamento das temperaturas a partir das análises termográficas. Sendo então comparados os valores médios de temperatura dos dois lados abdominais, o direito com o implante de pele de tilápia do Nilo, em contraponto ao esquerdo, sem o implante de pele de tilápia, considerado como controle. Esta comparação foi realizada a partir das médias de temperatura dos lados abdominais em cada um dos grupos de animais, nos diferentes períodos pós-operatórios.

Sendo assim, a partir da normalidade dos dados foi realizada a comparação das médias de temperaturas dos lados abdominais através do teste “t” de Student pareado.

Os demais dados deste estudo, sendo o peso, análise clínica e a análise macroscópica da formação de aderências, foram explorados de forma descritiva a partir dos resultados observados dentro dos grupos ao longo dos períodos de pós-operatório. (Costa, 2021; Jorge et al., 2021; Costa et al., 2024).

A análise macroscópica ocorreu após a eutanásia dos animais, realizada nos períodos pós-operatórios de 7 e 30 dias, seguindo as preconizações da Resolução Normativa nº 37 do CONCEA, item 9.1.2.3, de 27 de julho de 2017, promulgada pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal, conforme atribuição conferida pelo art. 5º da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008.

O procedimento foi iniciado com a contenção química dos animais em caixa de acrílico, de forma semelhante à empregada nos procedimentos anestésicos, utilizando isoflurano associado a oxigênio. Após atingido plano anestésico profundo, procedeu-se à administração intraperitoneal de sobredosagem da associação de cetamina (100 mg/kg) e xilazina (40 mg/kg).

Após confirmação do óbito, os animais foram submetidos à necropsia por meio de ampla incisão em formato de “U”, no sentido crânio-caudal, abrangendo as margens laterais das regiões abdominais

direita e esquerda, unidas por uma incisão transversa na extremidade caudal do abdômen. A incisão incluiu pele, tecido subcutâneo e musculatura, possibilitando a visualização completa da musculatura abdominal contendo o implante, bem como das vísceras abdominais e das aderências formadas, sem alterações no posicionamento anatômico (Jorge, 2016; Jorge et al, 2021, Costa et al., 2024).

Com base nesses achados, foram avaliadas a presença de aderências, os órgãos envolvidos e a taxa de adesão, sendo aplicada uma escala de gravidade conforme descrito por Jorge (2016) e Costa et al. (2024), assim classificada: Grau 0 (ausente): ausência de aderências; Grau 1 (leve; +): presença de até três aderências, de caráter fibrinoso, que se desfizeram facilmente à manipulação; Grau 2 (moderado; ++): presença de mais de três aderências, firmes e/ou resistentes à manipulação, entre alças intestinais, sem envolvimento da parede abdominal; Grau 3 (grave; +++): aderências firmes, resistentes à manipulação, envolvendo a parede abdominal e órgão ou estrutura adjacente; Grau 4 (muito grave; ++++): aderências firmes, resistentes à manipulação, entre alças intestinais e parede abdominal, com ocorrência de fístula entérica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aspecto visual dos implantes de pele de tilápia tratados tanto em glutaraldeído quanto em clorexidina, bem como de seus respectivos meios de conservação, permaneceram dentro dos padrões de normalidade, apresentando coloração compatível com o processamento e a conservação. As peles apresentaram-se em estado translúcido decorrente da desidratação, e o líquido conservante não apresentou fragmentos, mantendo coloração normal e odor característico.

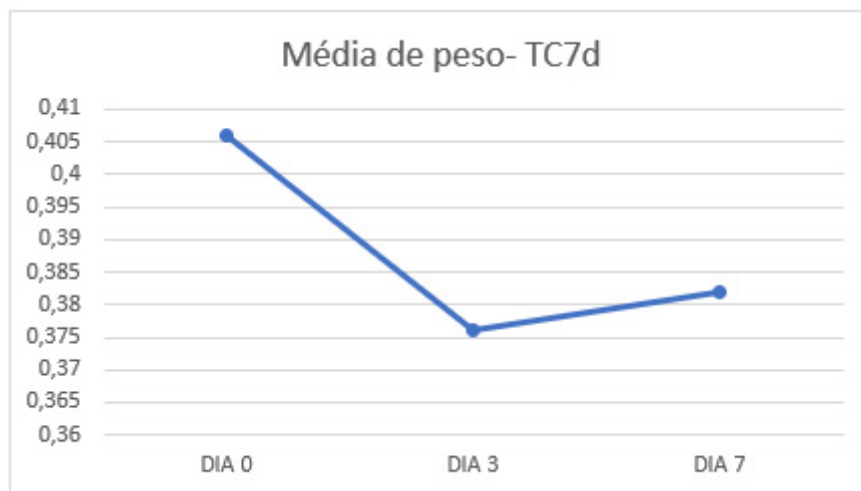
O adequado aspecto visual foi comparável ao observado em outros estudos conduzidos na mesma linha de pesquisa, apesar das diferenças no processamento e na composição do material biológico, sendo condizente com as descrições previamente relatadas por Jorge et al. (2021) e Costa (2021).

A maleabilidade das malhas demonstrou diferença entre os dois grupos, a malha processada com clorexidina se mostrou mais maleável, facilitando sua implantação na falha abdominal criada. As malhas processadas com glutaraldeído demonstraram-se mais espessas, menos maleáveis e com maior resistência a passagem da agulha, mesmo após a reidratação com solução fisiológica, resultado semelhante ao obtido por Costa et al., 2024.

Grupo TCI7d (pele de tilápia do Nilo com clorexidina 7 dias)

A análise ponderal demonstrou peso médio de 0,406 kg no dia do procedimento cirúrgico (dia 0), 0,376 kg no terceiro dia pós-operatório e 0,382 kg no sétimo dia, correspondente ao momento da eutanásia. Observou-se uma perda média de 0,024 kg, equivalente a 6,2% do peso corporal, durante o período pós-operatório avaliado. Entretanto, já foi evidenciada recuperação ponderal a partir do terceiro dia pós-operatório (Figura 2).

Figura 2: Gráfico análise ponderal do grupo TCL7d, arquivo pessoal 2025.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Na avaliação clínica do grupo TCL7d, não foram observadas a presença de seroma, hematoma, abscessos, infecções, fístulas ou necroses. Foi identificado edema de grau leve em três animais: um roedor no primeiro dia pós-operatório (rato 3), outro no terceiro dia (rato 4) e um no sétimo dia (rato 5). Esses achados apresentaram duração aproximada de 24 horas, com resolução espontânea. Os demais animais não apresentaram alterações clínicas no período pós-operatório, conforme demonstrado na tabela 1.

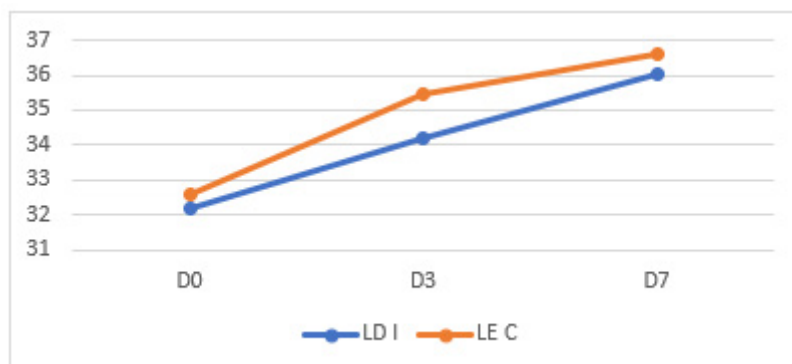
Tabela 1 – Quadro demonstrando as alterações clínicas do grupo Clorexidina 7 dias.

Animais	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Rato 1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 3	edema +	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 4	-----	-----	edema +	-----	-----	-----	-----
Rato 5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	edema +

A análise termográfica do grupo TCL7d demonstrou que, no dia do procedimento cirúrgico, os animais apresentaram temperaturas baixas e semelhantes entre os lados abdominais direito e esquerdo. No terceiro dia pós-operatório, observou-se temperatura mais elevada no lado esquerdo (LE), com maior diferença térmica entre os lados, possivelmente associada à ausência de vascularização do implante e ao intenso infiltrado inflamatório no sítio cirúrgico. No sétimo dia pós-operatório, as temperaturas tornaram-se novamente semelhantes, mantendo-se o LE discretamente superior, compatível com a reação inflamatória imediata e intensa, associada à formação de aderências e ao início do infiltrado celular no implante (Figura 3).

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as temperaturas dos lados abdominais em cada subgrupo, com valores de $p > 0,05$ em todas as análises realizadas.

Figura 3: Gráfico de análise termográfica do grupo TCl7d.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

O implante de Tilápia do Nilo em clorexidina 2%, 7 dias demonstrou as aderências em maioria restritas ao omento, ligamento testicular. A presença de aderência do omento ocorreu em 20% dos roedores, em ligamento testicular em 80% dos roedores. Em maioria, as aderências se apresentaram manipuláveis e facilmente desfeitas (Grau 1) (Tabela 2)

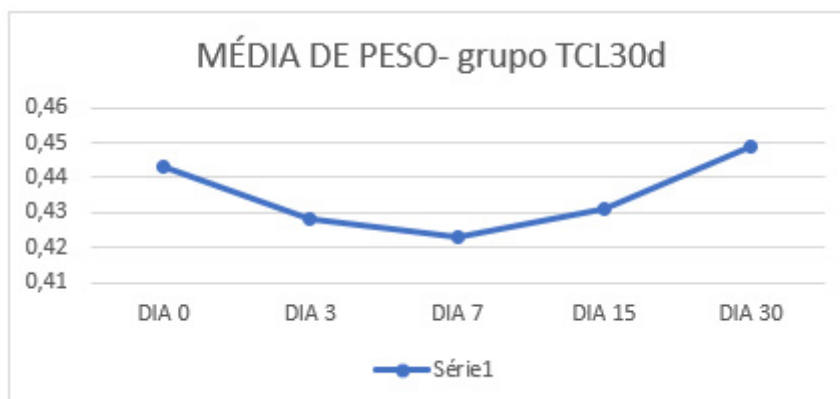
Tabela 2 – Análise macroscópica dos animais que receberam os implantes de pele de tilápia, quanto a presença, local e grau das aderências.

Ratos	Nº total de aderências	Órgão aderido	Local da aderência	Dificuldade de desfazer	Grau
Rato 1 7d	2	Ligamento testicular direito e esquerdo	sutura/prótese	Fácil	+
Rato 2 7d	1	Ligamento testicular esquerdo	prótese	Fácil	+
Rato 3 7d	1	Omento	sutura	Fácil	+
Rato 4 7d	1	Ligamento testicular direito	sutura	Fácil	+
Rato 5 7d	2	Ligamento testicular esquerdo	prótese	Fácil	+

Grupo TCl30d (pele de tilápia do Nilo com clorexidina 30 dias)

A análise ponderal demonstrou peso médio de 0,443 kg no dia do procedimento cirúrgico (dia 0), 0,428 kg no terceiro dia pós-operatório, 0,423 kg no sétimo dia, 0,431 kg no décimo quinto dia e 0,449 kg no trigésimo dia, correspondente ao momento da eutanásia. Observou-se um ganho médio de 0,006 kg, equivalente a 1,35% do peso corporal, ao longo do período pós-operatório avaliado (Figura 4).

Figura 4: Gráfico da análise ponderal do grupo TCL30d.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Na avaliação clínica do grupo TCL30d, não foram observadas a presença de edema, hematoma, abscessos ou infecções. Foi identificado seroma de grau leve em um roedor no sétimo dia pós-operatório (rato 5), persistindo até o nono dia, com resolução espontânea e ausência dessa alteração nos demais períodos avaliados. Os demais animais não apresentaram alterações clínicas no pós-operatório.

Tabela 3 – Quadro demonstrando as alterações clínicas do grupo Clorexidina 30 dias.

Animais	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 15	Dia 30
Rato 1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	seroma +	-----	-----

Na análise termográfica, o grupo apresentou, no dia do procedimento cirúrgico, temperaturas reduzidas e semelhantes em ambos os lados abdominais, atribuídas ao procedimento cirúrgico e à técnica anestésica empregada. No terceiro dia pós-operatório, observaram-se temperaturas ainda próximas entre os lados abdominais, com diferença média de 0,17 °C, sendo o lado esquerdo (LE) discretamente superior, possivelmente relacionada à reação inflamatória imediata e à ausência de vascularização do implante. (Figura 5)

No sétimo dia pós-operatório, as temperaturas tornaram-se ainda mais semelhantes, com diferença média de 0,08 °C entre os lados, mantendo-se o LE com valores ligeiramente superiores, o que pode estar associado à persistência da reação inflamatória inicial, ao intenso infiltrado celular e ao início da formação de aderências, favorecendo a aproximação térmica entre os lados abdominais.

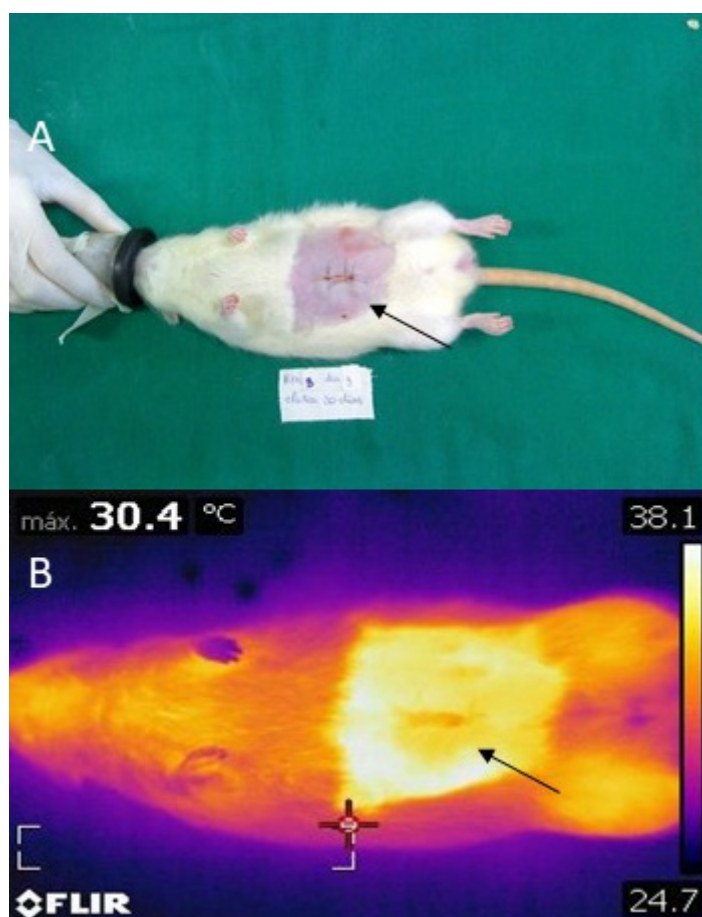
No décimo quinto dia pós-operatório, as temperaturas apresentaram-se praticamente equivalentes entre os lados abdominais, com diferença média de 0,03 °C, sendo observado discreto predomínio térmico do lado direito (LD). Entretanto, entre os animais, a maior diferença registrada foi de 0,16 °C e a menor de 0,14 °C, com dois animais apresentando LE mais quente e três com LD mais quente. Essa proximidade térmica pode estar relacionada à angiogênese associada ao processo de

incorporação e à intensa vascularização dos tecidos musculares adjacentes, que, em conjunto com as aderências já formadas nesse período, podem ter contribuído para a neovascularização do implante.

No trigésimo dia pós-operatório, o lado direito (LD) manteve temperaturas superiores às do lado esquerdo, com diferença média de 0,23 °C, embora ainda relativamente próximas na maioria dos animais (Figura 6). Todos os cinco animais apresentaram maior temperatura no LD, correspondente à região do implante. Nesse período o implante encontra-se neovascularizado, sendo a elevação térmica possivelmente associada ao infiltrado celular decorrente do processo de absorção e neoformação tecidual (Figura 6).

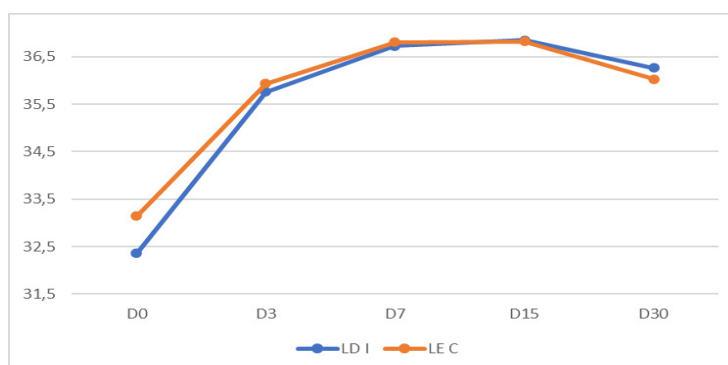
Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as temperaturas dos lados abdominais em cada subgrupo, com valores de $p > 0,05$ em todas as análises realizadas.

Figura 5: *Rattus Norvegicus* do grupo TCl30d, no terceiro dia de pós-operatório. A- Fotomacrografia da parede abdominal com cicatriz na linha média, seta demonstra o local da prótese. B- Termograma correspondente.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

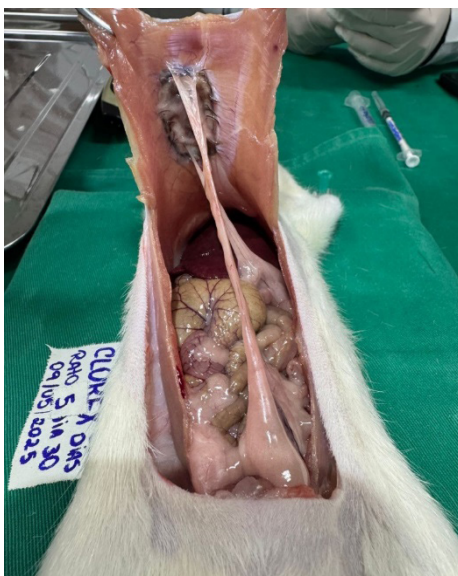
Figura 6: Gráfico de análise termográfica do grupo TCl3od.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

O implante de Tilápia do Nilo em clorexidina 2% 30 dias demonstrou as aderências em maioria restritas a ligamento testicular tanto esquerdo quanto direito (Figura 8). A presença de aderências em ligamento testicular direito ocorreu em **60%** dos roedores; e ligamento testicular esquerdo em **80%** dos roedores. Em maioria, as aderências se apresentaram manipuláveis e facilmente desfeitas (Grau 1) (Tabela 4).

Figura 8: Fotomacrografia das formações de aderências de omento e ligamento testicular aos 30 dias de pós-operatório.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

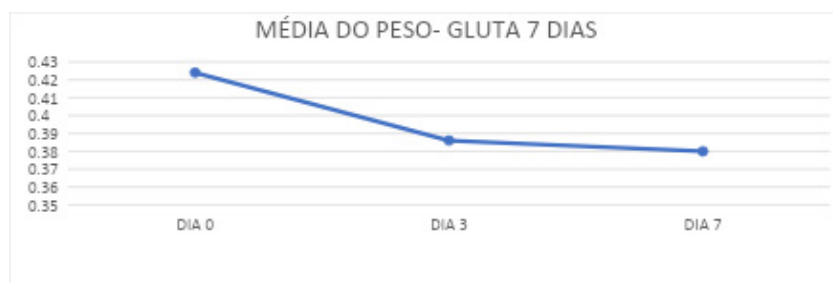
Tabela 4- Análise macroscópica dos animais que receberam os implantes de pele de tilápia, quanto a presença, local e grau das aderências, grupo TCl3od.

Ratos	Nº total de aderências	Órgão aderido	Local da aderência	Dificuldade de desfazer	Grau
Rato 1 3od	2	Ligamento testicular direito e esquerdo	sutura	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
Rato 2 3od	2	Ligamento testicular esquerdo	Prótese/ sutura	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
Rato 3 3od	1	Ligamento testicular esquerdo	sutura	Fácil	+
Rato 4 3od	2	Ligamento testicular direito	sutura	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
Rato 5 3od	2	Ligamento testicular esquerdo	Prótese/sutura	Fácil	+
		Omento	prótese	Fácil	+

Grupo TGt7d (Pele de tilápia do Nilo tratada com glutaraldeído 7 dias)

A análise ponderal demonstrou peso médio de 0,424 g no dia do procedimento cirúrgico; 0,386 g no dia 3; e ao dia 7, dia da eutanásia de 0,380 g. Houve perda média de 0,44 g ou 10,12% do peso corporal durante o período pós-operatório de análise. (Figura 9)

Figura 9: Gráfico da análise ponderal do grupo TGt7d.



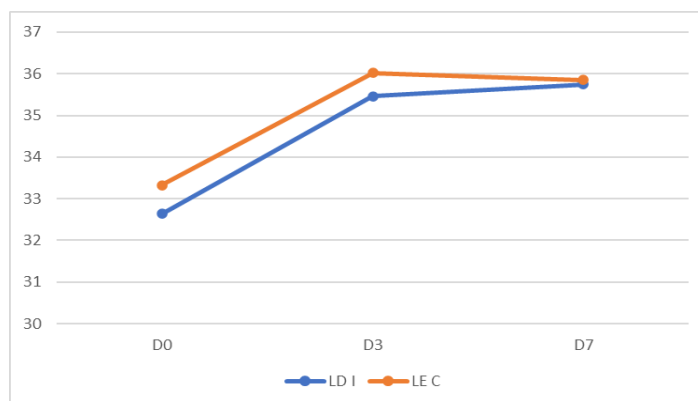
Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

A análise termográfica do grupo TGt7d demonstrou temperaturas reduzidas no dia do procedimento cirúrgico, com valores discretamente superiores no lado esquerdo (LE). No terceiro dia pós-operatório, o LE manteve temperaturas mais elevadas, com maior diferença térmica entre os lados, possivelmente relacionada à ausência de vascularização do implante associada ao intenso infiltrado inflamatório celular na musculatura adjacente ao sítio cirúrgico.

No sétimo dia pós-operatório, as temperaturas apresentaram-se bastante semelhantes entre os lados abdominais, com diferença média de aproximadamente 0,1 °C, mantendo-se o LE levemente superior. Esse achado é compatível com a reação inflamatória imediata e intensa, associada ao início da formação de aderências e ao infiltrado celular no implante, culminando na formação da cápsula fibrosa que o envolveria ao longo dos períodos pós-operatórios subsequentes (Figura 10).

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as temperaturas dos lados abdominais em cada subgrupo, com valores de $p > 0,05$ em todas as análises realizadas.

Figura 10: Gráfico da análise termográfica do grupo TGt7d.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

A análise clínica do grupo TGt7d não foram observadas presença de seroma, hematoma, abscessos, infecções fístulas ou necrose.

Tabela 5 – Quadro demonstrando as alterações clínicas do grupo glutaraldeído 7 dias.

Animais	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7
Rato 1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 3	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Rato 5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

O implante de Tilápia do Nilo em Glutaraldeído 0,5%, 7 dias, demonstrou as aderências em maioria restritas a ligamento testicular, omento e alça intestinal. A presença de aderências em ligamento testicular ocorreu em **80%** dos roedores; e omento em **60%** dos roedores; em alça intestinal em 80% dos roedores (Figura 11).

Figura 11: Fotomacrografia das formações de aderências do grupo TGl7d, presença de alça intestinal fortemente aderida à linha de sutura e à prótese.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Em maioria, as aderências se apresentaram manipuláveis e facilmente desfeitas (Grau 1) (Tabela 6).

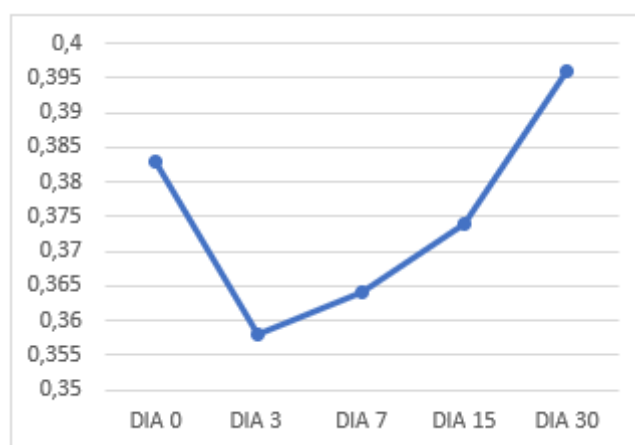
Tabela 6 – Quadro demonstrando as análises macroscópicas dos animais que receberam os implantes, quanto a presença, local e grau das aderências.

Ratos	Nº total de aderências	Órgão aderido	Local da aderência	Dificuldade de desfazer	Grau
Rato 1 7d	3	Ligamento testicular direito e esquerdo	sutura	Difícil	+++
		Alça intestinal	Prótese	Difícil	+++
Rato 2 7d	2	Alça intestinal	Prótese/ sutura	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
Rato 3 7d	3	Ligamento testicular direito e esquerdo	sutura	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
Rato 4 7d	3	Ligamento testicular direito e esquerdo	Sutura/ prótese	Fácil	+
		Omento	Prótese	Fácil	+
		Alça intestinal	Prótese	Fácil	+
Rato 5 7d	2	Ligamento testicular esquerdo	Prótese/sutura	Fácil	+
		Alça intestinal	prótese	Difícil	+++

Grupo TGt30d (Pele de tilápia do Nilo com glutaraldeído 30 dias)

A análise ponderal demonstrou peso médio de 0,383 kg no dia do procedimento cirúrgico (dia 0), 0,358 kg no terceiro dia pós-operatório, 0,364 kg no sétimo dia, 0,374 kg no décimo quinto dia e 0,396 kg no trigésimo dia, correspondente ao momento da eutanásia. Observou-se perda ponderal até o terceiro dia pós-operatório, seguida de ganho progressivo de peso nos períodos subsequentes, atingindo, aos 30 dias, peso médio superior ao inicial em 0,014 kg, correspondente a 3,68% (Figura 12).

Figura 12: Gráfico da análise ponderal do grupo TGt30d.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Em análise clínica no grupo TGt3od não foram observadas presença de seroma, hematoma, abscessos, infecções, fistulas ou necroses. Foi observado edema em grau leve em dois roedores ao dia 1 (rato 4 e 5), permanecendo até o dia 2 e tendo melhora com ausência aos demais períodos pós-operatórios. Ademais, nos dias 7, 15 e 30 foi observado deiscência de sutura no rato 5. (Figura 13)

Figura 13: Fotomacrografia da deiscência de sutura cutânea a partir do sétimo dia de pós-operatório em roedor do grupo TGt3od.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Os demais roedores não apresentaram alteração clínica em pós-operatório.

Tabela 7 – Quadro demonstrando as alterações clínicas do grupo glutaraldeído 30 dias.

Animais	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 15	Dia 30
Rato 1									
Rato 2									
Rato 3									
Rato 4	edema +	edema +							
Rato 5	edema +	edema +					deiscência de sutura +	deiscência de sutura ++	deiscência de sutura +++

Na análise termográfica, o grupo apresentou, no dia do procedimento cirúrgico, temperaturas reduzidas e semelhantes em ambos os lados abdominais, atribuídas ao procedimento cirúrgico e à técnica anestésica empregada. No terceiro dia pós-operatório, observaram-se temperaturas mais afastadas entre os lados, embora com menor diferença em relação ao grupo tratado com clorexidina, mantendo-se o lado esquerdo (LE) com valores superiores. Esse achado foi associado à reação inflamatória imediata e à ausência de vascularização do implante, estando a aproximação térmica nesse período possivelmente relacionada a uma resposta inflamatória.

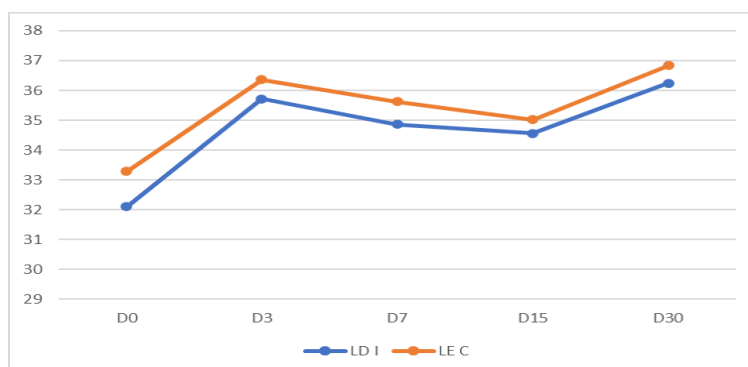
No sétimo dia pós-operatório, as temperaturas dos lados abdominais tornaram-se novamente mais próximas, com predomínio térmico do LE, compatível com a reação inflamatória intensa. Observou-se, nesse período, reação inflamatória acentuada no sítio cirúrgico adjacente ao implante, associada a intenso infiltrado celular.

No décimo quinto dia pós-operatório, as temperaturas apresentaram-se ainda mais próximas do que nos períodos anteriores, mantendo-se o LE discretamente superior. Estima-se que, neste grupo, a resposta inflamatória tardia tenha sido mais acentuada e prolongada, possivelmente relacionada à maior citotoxicidade do meio de tratamento do implante. Ademais, a região esquerda não apresentou temperatura superior em todos os animais, sendo observado, em alguns casos, predomínio térmico do lado direito em animais com manifestações clínicas mais brandas, o que pode indicar a evolução para um processo inflamatório crônico, com infiltrado colagenoso e fibrose.

É importante considerar as alterações clínicas observadas nesse grupo, como deiscência de sutura e exposição do implante, as quais podem ter influenciado diretamente as mensurações obtidas por termografia infravermelha, resultando em valores térmicos mais elevados na região contralateral.

No trigésimo dia pós-operatório, o lado esquerdo (LE) manteve temperaturas superiores às do lado direito, com maior afastamento em relação ao período anterior, embora ainda relativamente próximas na maioria dos animais. Estima-se que esse achado esteja relacionado à ocorrência de deiscência de sutura e exposição do implante, fatores que podem justificar a elevação térmica observada na região contralateral. (Figura 8)

Figura 14: Gráfico da análise termográfica do grupo TGt30d.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

O implante de Tilápia do Nilo em glutaraldeído 0,5% 30 dias demonstrou as aderências em maioria restritas a omento e ligamento. A presença de aderências apenas em ligamento testicular ocorreu em 20% dos roedores; e ligamento testicular e omento em 80% dos roedores. Em maioria, as aderências se apresentaram manipuláveis e facilmente desfeitas (Grau 1) (Tabela 8).

Tabela 8 – Quadro demonstrando as análises macroscópicas dos animais que receberam os implantes, quanto a presença, local e grau das aderências.

Ratos	Nº total de aderências	Órgão aderido	Local da aderência	Dificuldade de desfazer	Grau
Rato 1 30d	2	Ligamento testicular direito e esquerdo	sutura/prótese	Fácil	+
Rato 2 30d	1	Ligamento testicular direito	prótese	Fácil	+
Rato 3 30d	1	Ligamento testicular direito	sutura	Fácil	+
Rato 4 30d	1	Ligamento testicular direito	sutura	Fácil	+
Rato 5 30d	2	Ligamento testicular direito e esquerdo	prótese	Fácil	+

A análise macroscópica evidenciou a presença de aderências em todos os animais, independentemente do grupo experimental ou do material utilizado no implante, conforme apresentado nas tabelas correspondentes. Os implantes de pele de Tilápia do Nilo apresentaram aderências predominantemente restritas ao omento, ao ligamento testicular ou a ambos, sendo observada, em menor frequência, a participação de alças intestinais, entrando de acordo com Costa et al. (2024).

A presença de aderências envolvendo omento é amplamente descrita em estudos que utilizam malhas biológicas (Vidor et al., 2013; Leal et al., 2014; Jorge, 2016). Entretanto, esse tipo de aderência geralmente não acarreta prejuízos clínicos ao paciente, uma vez que o omento desempenha papel relevante no carreamento de anticorpos, promovendo a absorção e destruição de células estranhas, além de contribuir para o controle de infecções e neovascularização (Burger, 2014).

As aderências ao ligamento testicular podem ser atribuídas ao mecanismo termorregulatório dos roedores, no qual, conforme descrito por Jorge (2016), ocorre a translocação dos testículos para a cavidade abdominal, possibilitando o contato com a porção caudal do implante e com o fio de sutura utilizado para sua fixação.

Por fim, os implantes de pele de tilápia permaneceram íntegros em todos os animais, sem evidências de absorção precoce ou formação de fístulas, condições que poderiam resultar em recidiva herniária. Esses achados contrastam com os resultados descritos por Costa et al. (2024), nos quais implantes de pele de truta submetidos ao mesmo tipo de processamento apresentaram absorção precoce e recidiva herniária a partir do terceiro dia de pós-operatório.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pele de Tilápia do Nilo processada em clorexidina a 2% demonstrou-se um biomaterial adequado para aplicação em hernioplastias abdominais, atendendo às exigências biomecânicas propostas para esse tipo de procedimento. De modo geral, as alterações clínicas pós-operatórias foram ausentes ou, quando presentes, manifestaram-se de forma leve e autolimitante. A resposta inflamatória observada por meio da monitoração termográfica mostrou-se compatível com o esperado para o processo cicatricial, sugerindo a ocorrência de angiogênese e incorporação progressiva do implante ao longo dos 30 dias de pós-operatório.

As aderências formadas foram predominantemente leves e restritas a estruturas que não comprometeram a saúde geral dos animais. Ademais, não foram observadas absorção precoce, ruptura dos implantes ou recidiva herniária durante o período avaliado.

Em relação ao processamento em glutaraldeído a 0,5%, observou-se adequada preservação da integridade da pele como biomaterial, com manutenção da resistência mecânica após o período de conservação. Entretanto, foram identificadas reações clínicas, termográficas e macroscópicas de intensidade moderada a grave, incluindo um caso de deiscência de sutura ao longo de até 30 dias de pós-operatório, achados possivelmente relacionados à maior citotoxicidade do agente de processamento. Contudo, a realização de estudos adicionais, com a avaliação de diferentes concentrações do agente de processamento, torna-se necessária para a redução da citotoxicidade do implante, possibilitando respostas clínicas mais brandas e ampliando a viabilidade de sua aplicação cirúrgica.

Diante dos resultados obtidos, a pele de Tilápia do Nilo processada em clorexidina destaca-se como um biomaterial de elevada aplicabilidade, apresentando desempenho consistente e resultados promissores reproduzidos em diferentes grupos experimentais. Seu comportamento clínico e biológico favorável reforça seu potencial como alternativa segura e eficaz para uso cirúrgico. Por sua vez, a pele de Tilápia do Nilo processada em glutaraldeído demonstrou adequada preservação estrutural e resistência mecânica, porém associada a reações inflamatórias mais intensas.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.P.; DUQUE, T.M.; MARION, J.J.C. O uso da clorexidina na endodontia. *Uningá Review Journal*, v. 20, n. 2, 2014.
- ALVARENGA, J. Possibilidades e limitações da utilização de membranas biológicas preservadas em cirurgia. In: DALECK, C. R.; BAPTISTA, L. C.; MUKAI, L. S. Tópicos em cirurgia de cães e gatos. 3. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP-UNESP, 1992. p. 33-42.
- BAUCIA, J.Á.; LEAL NETO, R.M.; ROGERO, J.R.; NASCIMENTO, N. Tratamentos anticalcificantes do pericárdio bovino fixado com glutaraldeído: comparação e avaliação de possíveis efeitos sinérgicos. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.*, v. 21, n. 2, p. 180-187, 2006.
- BROWN, X. Y.; CHEN, Y.; ZHANG, H.; LI, Y.; ZHAO, Y. Combination of polypropylene mesh and in situ injectable mussel-inspired hydrogel in laparoscopic hernia repair for preventing postsurgical adhesions in a piglet model. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, Washington, v. 6, n. 4, p. 2315–2325, 2020.
- COSTA, C.B.; ANDRADE, G.B.; SILVA, M.F.A. Aspectos patológicos do implante de pericárdio bovino tratado pelo glutaraldeído e pela glicerina em parede abdominal de camundongos. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 44, p. 1-7, 2016.
- COSTA, C.S. Utilização da pele de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) na hernioplastia abdominal de *Rattus norvegicus*, variedade Wistar: estudo experimental. Teresópolis, 2021. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro Universitário Serra dos Órgãos – UNIFESO.
- COSTA, C.S.D.; JORGE, S.F.; FIGUEIREDO, M.A.; NEVES, D.R.; CHAGAS, M.A.. Use of rainbow trout skin treated with glutaraldehyde as a mesh for abdominal hernioplasty in rats. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 39, e393024, 2024.
- ELANGO, J.; BU, Y.; BIN, B.; GEEVARETNAM, J.; ROBINSON, J.S.; WU, W. Effect of chemical and biological cross-linkers on mechanical and functional properties of shark catfish skin collagen films. *Food Bioscience*, v. 17, p. 42-51, 2017.
- FLECKNELL, P.A.; THOMAS, A.A. Anestesia e analgesia comparada em animais de laboratório. In: LUMB & JONES. *Anestesia e analgesia em veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 2199-2202.
- GOISSIS, G.; BRAILE, D.M.; GIGLIOTI, A.F. Desenvolvimento de processo automático para a reticulação progressiva de matrizes de colágeno com glutaraldeído. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, p. 92-97, 1999.
- IBRAHIM, A.; HASSAN, D.; KELANY, N.; KOTB, S.; SOLIMAN, M. Validation of three different sterilization methods of tilapia skin dressing: impact on microbiological enumeration and collagen content. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 7, p. 1-9, 2020
- JORGE, S.F. Avaliação clínica, termográfica e morfológica da utilização da pele de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e do polietileno de baixa densidade laminar bolhoso (plástico bolha) na hernioplastia da parede abdominal de *Rattus norvegicus*, variedade Wistar. Rio de Janeiro, 2016. 94 f. Tese (Doutorado em Ciência) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- JORGE, S.F.; SOUSA FILHO, J. C. D.; COSTA, C. S.; COELHO, R. P.; SOUZA, M. F.; GITIRANA, L. B.; FIGUEIREDO, M. A.. Utilização de pele de tilápia do Nilo e rã-touro em hernioplastia de parede abdominal de *Rattus norvegicus*, variedade Wistar. *Revista Jopic*, v. 6, n. 10, 2021.
- JORGE, S.F.; COSTA, C.S.; GITIRANA, L.B.; FIGUEIREDO, M.A. Bubble plastic use in rats hernioplasty: uso do plástico bolha em hernioplastias de ratos. *Heliyon*, v. 28, n. 9, e19483, 2023.a

JORGE, S.F.; COSTA, C.S.; NEVES, D.R.; MOREIRA, L.E.B.; FIGUEIREDO, M.A.; CHAGAS, M.A.. Estudo preliminar da utilização de pele de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) em hernioplastia abdominal de ratos (*Rattus norvegicus*). Revista Jopic, v.2, n.12, 2023.b

KIST, C.; MANNA, B.B.; MONTES, J.H.M.; BIGOLIN, A.V.; GROSSI, J.V.M.; CAVAZZOLA, L.T. Estudo comparativo de aderências intraperitoneais associadas ao uso das telas de polipropileno e de malha leve de polipropileno revestida com ácido graxo ômega-3. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 39, n. 3, 2012.

KILKENNY, C.; BROWNE, W. J.; CUTHILL, I. C.; EMERSON, M.; ALTMAN, D. G. Improving Bioscience Research Reporting: The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research. PLOS Biology, v. 8, n. 6, p. e1000412, 29 jun. 2010.

LIMA-JUNIOR, E.M.; PICOLLO, N. S.; MIRANDA, M. J. B.; RIBEIRO, W. L. C.; ALVES, A. P. N. N.; FERREIRA, G. E.; PARENTE, E. A.; MORAES-FILHO, M. O.. Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras. Revista Brasileira de Queimaduras, v. 16, p. 1-8, 2017.

MONTGOMERY, A. The battle between biological and synthetic meshes in ventral hernia repair. Hernia, v. 17, p. 3-11, 2013.

NEVES, D.R. Utilização de pele de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) sob dois métodos de esterilização, na hernioplastia abdominal de *Rattus norvegicus*, variedade Wistar: estudo experimental. Teresópolis, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro Universitário Serra dos Órgãos – UNIFESO.

NOVAES, A.S.M. Efeitos sistêmicos da implantação de pericárdio ovino tratado pelo glutaraldeído 1% e conservado em glicerina 98% na vesícula urinária de coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). Rio de Janeiro, 2015. 37 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Instituto de Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RICCIARDI, B. F.; CHEQUIM, L. H.; GAMA R. R.; HASSEGAWA, L.. Correção de hérnia abdominal com tela envolta por tecido fibroso - estudo em ratos Wistar. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 39, n. 3, p. 195-200, 2012.

SARTORI, A.S.; MELLO, J.R.B. Anestesia em animais de laboratório: revisão bibliográfica. Veterinária em Foco, v. 15, n. 2, p. 19-28, 2018.

SMEAK, D.D. Abdominal Wall Reconstruction and Hernias. In: JOHNSTON, S. A.; TOBIAS, K. M. Veterinary surgery small animal. 2.ed. St. Louis: Elsevier, 2018. p. 1564-1591.

SOUSA FILHO, J.C.D. Utilização da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) na hernioplastia da parede abdominal de *Rattus norvegicus*, variedade Wistar. Teresópolis, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Centro Universitário Serra dos Órgãos – UNIFESO.

UTRABO, C.A.L.; CZECZKO, N. G.; BUSATO, C. R.; MONTEMÓR-NETTO, M. R.; LIPINSKI, L.; MALAFAIA, O.. Dentre as telas Prolene®, Ultrapro® e Ebard soft® qual apresenta melhor desempenho no reparo da parede abdominal. ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva, v. 34, n. 1, 2021.

VIANA, F.A.B. Guia terapêutico veterinário. 2. ed. Lagoa Santa: Gráfica e Editora CEM Ltda, 2007.

VIVAS, D.G.; LOPES, J.V.R.; SOUZA, A.S.F.S.; SIRELLI, L.; ESCÓCIO, V.A.; PACHECO, E.B.A.V.; NOGUEIRA, V.A.; SILVA, M.F.A.. Avaliação morfológica e tensiométrica de pericárdio bovinos pré-tratados em glutaraldeído e conservados em glicerina. Medicina Veterinária (UFRPE), v. 15, n. 2, p. 130-137, 2021.