



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**NÚCLEO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE MEDICAMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA TRANSLACIONAL**

**LÍDIA SAMPAIO BATISTA DE ALENCAR ARARIPE**

**INOVAÇÃO, EVIDÊNCIAS E APLICAÇÕES CLÍNICAS DA PELE DE TILÁPIA**  
**(*Oreochromis niloticus*) NA MEDICINA VETERINÁRIA: UMA REVISÃO DE ESCOPO**

**FORTALEZA/CE**  
**2026**

LÍDIA SAMPAIO BATISTA DE ALENCAR ARARIPE

INOVAÇÃO, EVIDÊNCIAS E APLICAÇÕES CLÍNICAS DA PELE DE TILÁPIA  
(*Oreochromis niloticus*) NA MEDICINA VETERINÁRIA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Translacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutor(a) em Medicina Translacional.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Odorico de Moraes Filho

**FORTALEZA**  
**2026**

## LÍDIA SAMPAIO BATISTA DE ALENCAR ARARIPE

INOVAÇÃO, EVIDÊNCIAS E APLICAÇÕES CLÍNICAS DA PELE DE TILÁPIA  
(*Oreochromis niloticus*) NA MEDICINA VETERINÁRIA: UMA REVISÃO DE ESCOPO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Translacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutor(a) em Medicina Translacional.

Aprovada em: 16/03/2026.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Manoel Odorico de Moraes Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Wesley Lyeverton Correia Ribeiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Marilac Maria Arnaldo Alencar  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Dra. Behatriz Odebrecht Costa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dra. Camila Silva Costa Ferreira  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus e à minha família por toda ajuda e incentivo ao longo desta trajetória

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Prof. Dr. Odorico de Moraes Filho por toda a paciência, por todo auxílio, por todas as dicas e orientações. E, aos membros da banca examinadora, por terem aceitado o convite e estarem contribuindo para a realização deste trabalho.

A Deus, por ter me dado o dom da vida, por todas as bênçãos recebidas, por sempre ter me guiado pelos melhores caminhos, por ter chegado até aqui e ter conhecido tantas pessoas boas ao longo da minha formação profissional.

Aos meus pais, Maria de Fátima Sampaio dos Santos e Luiz Batista Leite (*in memoriam*) por toda a dedicação em minha criação, por todos os ensinamentos, por todo o apoio dado durante a vida e por nunca terem medido esforços para me ajudar sempre que precisei. Agradeço por sempre estarem ao meu lado quando preciso e por terem me mostrado o que é o amor incondicional.

Ao meu esposo, Marcio Gomes de Alencar Araripe, por todo o amor, companheirismo, amizade e carinho. Agradeço especialmente por sempre me apoiar e torcer pelo meu sucesso pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, por serem meus companheiros desde que nasci e por saber que posso contar com eles em qualquer situação.

Aos meus colegas de doutorado, que foram essenciais para minha formação, agradeço por todo o conhecimento compartilhado, por todas as dicas e incentivos.

Aos funcionários da coordenação de Pós-graduação de Medicina Translacional por viabilizarem todas as etapas necessárias para a conclusão do doutorado.

Aos animais, que são o motivo da minha pós-graduação e por terem me ensinado que toda vida tem sua beleza e deve ser respeitada, independente de espécie, formato, tamanho, cor ou raça.

## RESUMO

A pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um biomaterial inovador na medicina regenerativa devido ao seu alto teor de colágeno tipo I, biocompatibilidade e baixo custo. Esta tese apresenta uma revisão de escopo conduzida para mapear e sintetizar as evidências científicas sobre o uso clínico da pele de tilápia e seus derivados na medicina veterinária. A metodologia seguiu as diretrizes PRISMA-ScR e as recomendações do *Joanna Briggs Institute* (JBI), utilizando as bases de dados PubMed, Scopus e Google Scholar. Foram incluídos 29 estudos publicados entre 2015 e 2026, abrangendo artigos originais, relatos de casos e literatura cinzenta. Os resultados demonstram que o Brasil lidera a produção científica na área (cerca de 65,5% dos estudos). As principais aplicações identificadas concentram-se em dois eixos principais: feridas cutâneas (de diversas etiologias) e oftalmologia. As aplicações ocorreram em diversas espécies como cães, gatos, equinos, asnos e animais silvestres. O biomaterial foi utilizado em diversas formas de processamento, incluindo pele *in natura*, conservada em glicerol, liofilizada e matriz dérmica acelulares. As evidências sugerem que o uso da pele de tilápia como xenoenxerto promove a aceleração da reepitelização, redução da dor, proteção contra contaminações e diminuição da frequência de troca de curativos, o que resulta em maior conforto para o paciente e redução de custos. Conclui-se que, embora o uso da pele de tilápia tenha demonstrado excelentes resultados em diversas aplicações e espécies sem relato de efeitos adversos, ainda há heterogeneidade metodológica e predominância de relatos de caso e estudos experimentais com número pequeno de animais, evidenciando a necessidade de que mais pesquisas sejam feitas no futuro com ensaios clínicos padronizados e com número mais robusto para consolidar protocolos na medicina veterinária.

Palavras-chave: Xenoenxerto. Tilápia do Nilo. Cicatrização. Materiais Biocompatíveis. Medicina Veterinária.

## ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin is an innovative biomaterial in regenerative medicine due to its high type I collagen content, biocompatibility, and low cost. This thesis presents a scoping review conducted to map and synthesize scientific evidence on the clinical use of tilapia skin and its derivatives in veterinary medicine. The methodology followed the PRISMA-ScR guidelines and the Joanna Briggs Institute (JBI) recommendations, utilizing PubMed, Scopus, and Google Scholar databases. Twenty-nine studies published between 2015 and 2026 were included, encompassing original articles, case reports, and grey literature. The results demonstrate that Brazil leads scientific production in the field (approximately 65.5% of the studies). The main applications identified focus on two primary axes: cutaneous wounds (of various etiologies) and ophthalmology. Applications occurred in several species, such as dogs, cats, horses, donkeys, and wild animals. The biomaterial was used in various processing forms, including *in natura*, glycerol-preserved, lyophilized, and acellular dermal matrices. The evidence suggests that the use of tilapia skin as a xenograft promotes accelerated re-epithelialization, pain reduction, protection against contamination, and a decreased frequency of dressing changes, resulting in improved patient comfort and cost reduction. It is concluded that although the use of tilapia skin has shown excellent results in various applications and species without reports of adverse effects, there is still methodological heterogeneity and a predominance of case reports and experimental studies with small sample sizes. This highlights the need for further research involving standardized clinical trials and more robust cohorts to consolidate protocols in veterinary medicine.

Keywords: Xenograft. Nile tilapia. Wound healing. Biocompatible materials. Veterinary Medicine.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Fluxograma PRISMA-ScR para revisões de escopo.....	26
Figura 2 Fluxograma PRISMA-ScR da presente revisão de escopo.....	28
Figura 3 Frequência em que foram selecionados os diferentes tipos de pesquisa referente ao uso da pele de tilápia na medicina veterinária.....	29
Figura 4 Distribuição das pesquisas com a pele de tilápia na medicina veterinária de acordo com o País.....	30
Figura 5 Número de estudos por espécie (importante ressaltar que houve o uso simultâneo de cães e gatos em dois estudos por isso a somatória está em 31, embora tenham sido selecionados 29 trabalhos científicos para a revisão de escopo) .....	31
Figura 6 Tipos de preparos da pele de tilápia e a frequência com que foram citadas nos estudos selecionados.....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Estratégias de busca nas diferentes bases de dados.....	23
Tabela 2 Critérios de inclusão dos estudos.....	24
Tabela 3 Critérios de exclusão dos estudos.....	25
Tabela 4 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em cães.....	33
Tabela 5 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em gatos. ....	34
Tabela 6 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em lesões cutâneas que usaram cães e gatos simultaneamente.....	35
Tabela 7 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em equídeos. ....	36
Tabela 8 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em animais silvestres. ....	37
Tabela 9 Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia na oftalmologia veterinária.	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEUA.	Comissão de Ética no Uso de Animais
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
FGF	Fator de Crescimento de Fibroblastos
KGF	Fator de Crescimento de Queratinócitos
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares
JBI	<i>Joanna Briggs Institute</i>
MDAPT	Matriz Dérmica Acelular da Pele de Tilápia
NPDM	Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimentos de Medicamentos
PCC	<i>Population, Concept, Context</i>
PRISMA-ScR	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PubMed	<i>Public Medline</i>
TGE	Tecido de granulação exuberante
UFC	Universidade Federal do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1 Relevância e justificativa .....	18
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	20
2.1 Objetivo Geral .....	20
2.2 Objetivos Específicos .....	20
<b>3 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	21
3.1 Caracterização do estudo .....	21
3.2 Pergunta de pesquisa .....	21
3.3 Estratégia de busca e fontes de informação .....	22
3.4 Critérios de elegibilidade .....	23
3.4.1 Critérios de inclusão .....	23
<b>3.4.2 Critérios de exclusão</b> .....	24
3.5 Seleção dos estudos .....	25
3.6 Extração e organização dos dados .....	26
3.7 Síntese e análise dos dados .....	27
<b>4 RESULTADO</b> .....	27
<b>4.1 Seleção dos estudos</b> .....	27
<b>4.2 Caracterização geral dos estudos incluídos</b> .....	28
<b>4.3 Espécies animais investigadas</b> .....	30
<b>4.4 Formas de biomaterial derivadas da pele de tilápia</b> .....	31
<b>4.5 Aplicações da pele de tilápia na medicina veterinária</b> .....	32
<b>4.5.1 Tratamento de feridas cutâneas</b> .....	32
<b>4.5.2 Aplicações em oftalmologia veterinária</b> .....	38
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>ANEXOS</b> .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

As feridas cutâneas são definidas como falhas da integridade anatômica, fisiológica e funcional da pele, as quais podem ter origem traumática, patológica, cirúrgica ou iatrogênica. O estudo do manejo adequado dessas feridas é de extrema relevância na medicina veterinária devido sua elevada prevalência na clínica médica de animais domésticos e silvestres (WHITE,1999; FAHIE; SHETTKO, 2007; THEORET, C.; SCHUMACHER, 2009; FOSSUM, T. W., 2019).

Em relação à continuidade da superfície externa elas são classificadas em abertas ou fechadas. As feridas abertas são aquelas que apresentam uma interrupção ao nível de pele ou mucosa e estão entre as mais comuns na rotina da clínica veterinária. Geralmente, são decorrentes de atropelamentos, de mordidas, de queimaduras, de avulsões, de desenlucamentos, de deiscência de sutura, brigas com outros animais e acidentes domésticos. Enquanto as identificadas como fechadas são as que a camada superficial permanece intacta, tais como hematomas, lesões por esmagamento e contusões (FAHIE; SHETTKO, 2007; LOPES, 2016). Quanto ao grau de contaminação podem ainda ser classificadas em limpa, limpa-contaminada, contaminada e suja-infectada (BALSA; CULP, 2015).

A cicatrização é um complexo processo de eventos físicos, químicos e celulares sequenciais, que ocorrem para que o tecido seja restaurado e retome sua função (AMALSADVALA; SWAIN, 2006). As literaturas humanas e veterinárias geralmente descrevem uma divisão conceitual da cicatrização de feridas em três estágios: inflamação, proliferação e maturação, sendo importante a compreensão de cada etapa para a escolha da intervenção terapêutica mais adequada. Retardos e complicações nesse processo podem ocorrer devido infecções, localização da lesão, medicações e doenças metabólicas subjacentes (FAHIE; SHETTKO, 2007; BALSA; CULP, 2015).

A escolha da conduta terapêutica dependerá da causa, da localização, da extensão, da cronicidade e da contaminação da lesão, assim como do estado geral do paciente. A impossibilidade de realizar a síntese primária das bordas da lesão exige a adoção de condutas alternativas, direcionando a terapêutica para o manejo por segunda

intenção, o uso de enxertias ou o emprego de técnicas de anaplastia (AMALSADVALA; SWAIN, 2006; LOPES, 2016).

O manejo da ferida é realizado através de procedimentos clínicos e cirúrgicos; geralmente compreendem lavagem, desbridamento, síntese primária, cirurgias reconstrutivas, medicação tópica, antibioticoterapia e realização de curativos (LOPES, 2016; FOSSUM, T. W., 2019).

Embora o fechamento cirúrgico primário direto seja o mais recomendado para a maioria das lesões não infectadas, nem sempre é possível devido ao local e o tamanho da lesão, necessitando-se recorrer às técnicas de anaplastia, como uso de retalhos e enxertos cutâneos. As cirurgias reconstrutivas podem apresentar complicações, como edema, necrose, seroma, deiscência, hematoma e infecção. Além disso, pode resultar em cicatrizes mais extensas e menos estéticas (SAKUMA et al., 2003; JONES; LIPSCOMB, 2019).

Atualmente há uma ampla variedade de materiais, técnicas e substâncias que podem ser usadas para o manejo das feridas cutâneas em animais, cuja escolha dependerá da causa, da localização, da extensão, da cronicidade e da contaminação da lesão, assim como do estado geral do paciente (WHITE, R., 1999; FOSSUM, T. W., 2019). Dentre esses materiais, pode-se citar os enxertos ou curativos biológicos, como o peritônio alogênico, a membrana amniótica, os curativos de colágeno e os produtos de matriz extracelular. O enxerto consiste na transferência de um tecido de uma região doadora para outra área receptora de um mesmo organismo (autoenxerto), de outro organismo da mesma espécie (homoenxerto) ou de um receptor de outra espécie, sendo identificado como xenoenxerto (SCHALLBERGER et al., 2008; LOPES, 2016).

Diversos tecidos biológicos de origem animal têm sido utilizados como xenoenxertos em curativos oclusivos para o tratamento de feridas em humanos, como a pele de porco, a pele de rã, o pericárdio bovino e a submucosa de intestino de porco. Entretanto, há a preocupação com zoonoses e alérgenos nesses produtos. Além disso, existem restrições ao uso de isolados de mamíferos em alguns países por motivos religiosos. Nesse contexto, a pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) começou a ser pesquisada como nova opção de biomaterial (ALVES et al., 2015; LIMA-JUNIOR et al., 2016a; LIMA-JUNIOR et al., 2019a).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe onívoro pertencente à família dos ciclídeos, que se adapta ao cultivo extensivo e ao sistema de criação em tanques-rede, ele também tem alta distribuição em regiões tropicais e subtropicais. Com essas características a espécie passou a ser a mais cultivado no Brasil (De Brito Romanzini; Da Costa, 2023).

No Ceará, sua criação encontra-se difundida em diversos reservatórios. As tilápias apresentam elevada comercialização devido ao seu alto consumo, o que gerava grande produção de resíduos de descarte após a remoção da carne do peixe. Com o intuito de reduzir parte desse descarte, surgiram ideias de aplicação dos subprodutos da indústria pesqueira, como farinha de peixe para ração de diversos animais, produção de gelatina em pó e uso em artesanato (que compreendia menos de 1% de sua utilização) (ALVES *et al.*, 2015, LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2017). Ainda assim, o resultado era um subaproveitamento da pele, mais recentemente com as pesquisas com pele de tilápia e seus derivados como xenoenxerto esses materiais passaram a ter uma valorização e destinação para medicina regenerativa (Lima Junior et al., 2019; Zimba et al., 2024). Além do impacto ambiental relacionado ao descarte de resíduos que não eram aproveitados em sua totalidade, a valorização e novas aplicações de subprodutos da produção aquícola ajuda no desenvolvimento da sustentabilidade e na economia circular, agregando valor biotecnológico a materiais anteriormente considerados de baixo aproveitamento (Geissdoerfer et al., 2017; FAO, 2022).

Estudos microscópicos e tensiométricos revelaram que a pele da Tilápia apresenta semelhanças com a pele humana e características que a promovem como uma excelente opção de biomaterial para tratamento de feridas: maiores quantidades de colágeno tipo I em sua derme, microbiota não infecciosa, ausência de toxicidade, elevada resistência à tração, ampla disponibilidade e baixo custo (ALVES *et al.*, 2015; LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2020a; LIMA-VERDE *et al.*, 2021). Além disso, apresenta propriedades oclusivas, antibacterianas e antivirais; possui baixa antigenicidade e tem ação hemostática (SUN *et al.*, 2018).

O colágeno é um dos principais componentes dos biomateriais por conta das suas características de orientação tecidual, biodegradabilidade e biocompatibilidade favorecendo a aplicação e uso na medicina regenerativa. A pele de tilápia apresenta uma

maior quantidade de colágeno tipo I que estimula Fatores de Crescimento de Fibroblastos (FGF), estes por sua vez, promovem a liberação do Fator de Crescimento de Queratinócitos (KGF), duas citocinas importantes e indispensáveis para o fechamento das feridas (Alves et al., 2015; Tang; Saito, 2015).

Assim, o colágeno é absorvido pela pele do paciente e incorporado ao tecido danificado, o que colabora para a reconstrução tecidual através da proliferação, diferenciação, migração celular e a síntese de outras proteínas no local da ferida. Outra característica importante do colágeno extraído da pele da tilápia é a maior estabilidade térmica e melhor resistência ao calor, após teste para esterilização por radiação ultravioleta em altas doses (Jones, 2023; Zimba et al., 2024). Além disso, ao aderir a ferida, a pele de tilápia, tem a capacidade de ocluir as terminações nervosas promovendo melhora na dor, evitando complicações como retrações cicatriciais, cicatrizes irregulares e dor local (Torissi et al., 2018).

A pele da Tilápia tem sido utilizada com suporte científico robusto como curativo oclusivo biológico no tratamento de queimaduras em humanos com excelentes resultados em relatos de caso, estudos pré-clínicos e clínicos em adultos (Fase I, II e III). Foi observado redução dos dias para reepitelização, diminuição do número de curativos realizados, do trabalho da equipe médica, das despesas com material médico e melhor controle da dor quando comparado ao tratamento convencional (LIMA-JÚNIOR et al., 2020d; LIMA-JÚNIOR et al. 2021b). Posteriormente, estudos demonstraram seu uso em pacientes pediátricos, com obtenção de respostas terapêuticas satisfatórias (COSTA et al., 2019; LIMA-JÚNIOR et al., 2020c).

Diante desses resultados promissores da pele da Tilápia em queimaduras e devido à insuficiência de produção e distribuição de pele humana em Bancos de Pele como enxerto tradicional, em 2016 foi desenvolvido e instalado o primeiro Banco de Pele de Animal Aquático do mundo, localizado no Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos da Universidade Federal do Ceará. Isso possibilitou que houvesse o processamento, produção e distribuição do xenoenxerto de tilápia para desenvolvimento de pesquisas em vários países e especialidades (LEONTSINIS et al., 2018; LIMA-JÚNIOR et al., 2019b; JUNIOR, E. M. L. et al., 2020).

Esse cenário caracteriza um exemplo concreto de inovação translacional, no qual uma descoberta oriunda da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico é convertida em aplicação clínica com potencial impacto assistencial (WOOLF, 2008). O banco de pele de tilápia da Universidade Federal do Ceará foi construído pela empresa Biotec Solução Ambiental com patrocínio da Enel. Atualmente é mantido com apoio do Centro Universitário Christus (Unichristus). As peles são provenientes de peixes criados em tanques de água doce que são adquiridos pela parceria com a empresa de pescado Bomar, de Itarema no estado do Ceará (Jones, 2023).

Na medicina humana a pele de tilápia teve destaque central na área de queimaduras, por ter sido seu uso clínico inicial e por ter revolucionado o tratamento dessas lesões inclusive no sistema público de saúde brasileiro. Mas na medida que as pesquisas avançaram se observou que esse biomaterial apresentava um potencial regenerativo em diversas áreas (JÚNIOR, E. M. L. et al.2023).

Na ginecologia humana é relatado seu uso na síndrome Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser, condição em que a mulher nasce com agenesia vaginal. Para a reconstrução do canal vaginal a técnica tradicional utiliza enxertos da própria paciente, o que prolonga o tempo cirúrgico longo, lesões cicatriciais em áreas de visibilidade e possibilidade de gerar características indesejáveis no interior do canal vaginal, uma vez que a pele usada como enxerto autólogo pode gerar crescimento de pelos e odor indesejável na região. A pele de tilápia demonstrou eficácia nas cirurgias ginecológicas para reconstrução do canal, com boa cicatrização, menor tempo cirúrgico para as pacientes e aspecto mais parecido à mucosa normal, com epitélio vaginal característico (DIAS, M. T.P M.,2019a; DIAS, M. T.P M.,2020; TORRES, A. T. S. et al.2022).

Além do uso na síndrome Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser, há aplicabilidade do seu uso para outras neovaginoplastias, como em estenose de canal vaginal pós-radioterapia para tratamento de câncer, como relatado por Dias, M. T.P M.(2019b), e em procedimentos de redesignação sexual (SLONGO, H. et al., 2020). Em estudo recente Oliveira, M. S. (2025) observou que a pele de tilápia nas cirurgias ginecológicas pode favorecer colonização local por bactérias semelhantes a da vagina humana, reforçando seu potencial de substituição a outros enxertos usados na área.

Após o uso da pele de tilápia demonstrar-se segura também em pacientes pediátricos em estudos com queimaduras (LIMA JÚNIOR, E. M. et al.,2020c), houve o surgimento de outra importante aplicação do biomaterial em crianças: nas cirurgias de sindactilia na Síndrome de Apert, uma condição genética rara que além de afetar o desenvolvimento do crânio da criança, também resulta na fusão dos dedos das mãos e pés. As cirurgias para separação dos dígitos da criança resultam em áreas sem pele que precisam receber enxertos para cicatrização, a técnica convencional usava auto enxertos, que pode resultar em cirurgias mais longas e com recuperação mais dolorosa, uma vez que além da região dos dedos havia a cicatrização da zona doadora. Em estudos experimentais de 2023, houve comparação da técnica tradicional com o uso da pele de tilápia. O grupo do xenoenxerto teve intervalo de reepitelização mais rápido e menor necessidade de trocas de curativo que o grupo controle, demonstrando uma vantagem grande quando se trata de pacientes pediátricos, pois diminui a necessidade de manipulação da área afetada e conseqüentemente reduz o desconforto (MONTE, T. M. et al.,2023; LIMA JÚNIOR, E. M. et al.,2025).

Além desses usos em regeneração cutânea, foi relatado o uso na odontologia humana para reparo da mucosa oral, sendo usada como curativo oclusivo após remoção de fragmentos do palato para serem usados como enxertos autólogos para correção de retrações gengivais. Os pacientes relataram baixos escores de dor, não apresentaram complicações pós-cirúrgicas e nem desconfortos ao falar ou mastigar (MANFREDI, G.G.P. et al., 2021). Na área da odontologia também foi verificado que o extrato de colágeno da tilápia em forma de orobase teve efeito benéfico na cicatrização em úlceras traumáticas na mucosa oral de ratos ao estimular a reepitelização, a angiogênese e a síntese de colágeno (SOARES et al., 2023).

A pele da tilápia para uso terapêutico pode ser preservada através de várias técnicas, como a liofilização e a conservação em glicerol. As duas formas de preservação demonstram resultados semelhantes nos estudos de cicatrização (LIMA-JÚNIOR et al. 2020b; LIMA-JÚNIOR et al. 2021a). A liofilização remove a água do tecido por congelamento e sublimação, com interrupção dos processos bioquímicos microbiológicos, o que permite seu armazenamento em temperatura ambiente por longos períodos; enquanto a técnica de conservação com glicerol requer refrigeração a 4 °C.

Assim, há a possibilidade do aumento dos custos com armazenamento, distribuição e transporte da forma glicerolizada quando comparada à liofilizada, porém estudos posteriores são necessários para comparar o custo-benefício entre as duas técnicas (LIMA-JÚNIOR et al. 2020b; LIMA-VERDE et al., 2021). A esterilização química e a radiação podem ser usadas para controle microbiológico do xenoenxerto sem alterações das suas propriedades microscópicas e tensiométricas (ALVES et al., 2018).

Inicialmente só havia as formas *in natura*, conservada em glicerol e liofilizada, porém com o avanço das pesquisas do potencial regenerativo e das propriedades do seu colágeno desenvolveram-se outros biomateriais derivados da tilápia, como a matriz dérmica acelular (*scaffold*) e os extratos de colágeno tipo I. Com essas novas apresentações houve uma expansão das possibilidades de uso, que antes não eram possíveis (ou eram menos viáveis), como usos internos ao organismo nas áreas da urologia, ortopedia, cirurgia plástica (reconstrução mamária e enxerto de gordura), neurocirurgia, otorrinolaringologia e endoscopia. Os extratos de colágeno vêm sendo estudados para confecções de pomadas e sprays para queimadura, como também para produção de cosméticos e nutracêuticos (JUNIOR, E. M. L. et al., 2020; MARTINS, C. B. et al., 2023; SILVA, S. M., 2023).

A produção da matriz acelular passa por etapas de retirada de proteínas não colagenosas, descontaminação, descélularização e retirada de melanóforos. Resultando em um biomaterial com alto nível de descélularização, biocompatibilidade, estabilidade, resistência mecânica, hipoalergenicidade, ausência de toxicidade e organização fibrilar do colágeno (MARTINS, C. B. et al., 2023; SILVA, S. M., 2023; SOUZA, R. B., 2025).

O uso da pele da tilápia como curativo biológico já foi reportada em diversos animais. Os primeiros relatos foram em estudos em ratos (LIMA-JÚNIOR, E. M., 2017), mas ainda como modelo para pesquisa pré-clínica. Já os primeiros usos com intuito terapêutico clínico na medicina veterinária foram reportados em 3 ursos e um leão da montanha em lesões por queimadura decorrente de um incêndio florestal de grande magnitude na Califórnia. Os dados desse caso não foram encontrados publicados nas bases científicas, mas foi amplamente divulgado pela mídia nacional e internacional (LIEU, A., 2018; QUINTON, A., 2018; G1 CEARÁ, 2018).

Os primeiros estudos na veterinária publicados em meios científicos foram em equinos para cicatrização de feridas traumáticas. No tratamento de lesões cutâneas abertas em cavalos foi observado boa aderência nos bordos da lesão, efeito benéfico no processo cicatricial com destaque para o controle do tecido de granulação exuberante, comum na espécie (SILVA. et al., 2019; COSTA et al., 2020). Depois foi observado vários relatos de caso e estudos experimentais com uso da pele de tilápia como curativo oclusivo no tratamento de lesões de diversas etiologias e localizações em diferentes espécies: cães, gatos, asnos e animais silvestres (Silva et al., 2019; Costa et al., 2020; Ibrahim et al., 2020; Choi et al., 2021; Santos; Alencar, 2021; Machado et al., 2021; Costa et al., 2022; Jones, 2023; Cardoso et al., 2024; Hussein et al., 2025; Khan et al., 2025).

O advento da matriz extracelular de colágeno da pele de tilápia possibilitou a aplicação na área de oftalmologia veterinária, com os primeiros estudos em cães (Melo, M.S. et al., 2022; Melo, M.S., 2023a), principalmente no tratamento de úlcera de córnea. Depois passou a ser aplicado também em gatos e animais silvestres (Melo, M.S. et al., 2023c; Melo, M.S. et al., 2025)

Embora haja análises positivas e resultados promissores na medicina veterinária, não foi identificada na literatura uma revisão de escopo que mapeassem e caracterizassem as pesquisas do uso da pele de tilápia em animais, o que reforça a necessidade de mapear as aplicações descritas, identificar lacunas de conhecimento e direcionar futuras investigações (Arksey; O'Malley, 2005; Tricco et al., 2018). Visto que o manejo de feridas em animais é de extrema importância devido sua elevada frequência e que o tratamento convencional pode ser dispendioso, longo e doloroso, são necessárias pesquisas para embasamento de novas opções terapêuticas como os biomateriais da tilápia. Nesse contexto, objetiva-se com essa revisão de escopo mapear e sintetizar as evidências disponíveis sobre o uso clínico da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e seus derivados na medicina veterinária.

## 1.1 Relevância e justificativa

A pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como biomaterial terapêutico representa uma inovação recente com grande impacto clínico, científico e

socioeconômico. A sua utilização apresenta-se fortemente consolidada na medicina humana para o tratamento de queimaduras e outras aplicações clínico-cirúrgicas através de estudos amplos, robustos e com distribuições em diferentes países.

Ao avaliar seu uso na medicina veterinária é possível observar resultados promissores e que as aplicações clínicas têm crescido de forma exponencial, abrangendo diferentes espécies e condições clínicas. Entretanto, apesar do aumento do número de publicações na área, a literatura disponível apresenta heterogeneidade metodológica significativa, incluindo variações no preparo do biomaterial (*in natura*, esterilizada, liofilizada, matriz dérmica acelular) e diferenças nos delineamentos experimentais. Esse cenário dificulta a consolidação do nível de evidência científica e limita padronização de protocolos clínicos.

Adicionalmente, observa-se ausência de uma síntese estruturada que sistematize as evidências existentes especificamente no contexto da medicina veterinária. A inexistência de uma revisão de escopo direcionada à essa área impede a identificação clara das aplicações já descritas, das lacunas de conhecimento e das perspectivas futuras das suas aplicações na área animal.

Dessa forma, justifica-se a realização desta revisão de escopo como instrumento metodológico adequado para mapear a extensão, natureza e características das evidências disponíveis, contribuindo para a organização do conhecimento científico e para o fortalecimento da medicina translacional aplicada à veterinária.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Mapear e sintetizar as evidências disponíveis sobre o uso clínico da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e seus derivados na medicina veterinária, descrevendo indicações, técnicas, delineamentos metodológicos, limitações e desfechos reportados.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e descrever as principais aplicações terapêuticas da pele de tilápia e seus derivados na medicina veterinária.
- Caracterizar os tipos de delineamentos metodológicos empregados nos estudos incluídos.
- Mapear os diferentes métodos de preparo, processamento e conservação do biomaterial descritos na literatura para uso em animais.
- Descrever as aplicações em feridas cutâneas (espécies, tipo de ferida, protocolos, frequência de troca, desfechos e eventos adversos).
- Descrever as aplicações em oftalmologia (espécies, indicações, técnica de ceratoplastia/curativo, resultados clínicos e complicações).
- Identificar lacunas metodológicas relacionadas ao uso clínico da pele de tilápia em animais (desenho de estudo, amostra, comparadores, padronização de preparo/armazenamento).
- Identificar tendências de pesquisa e potenciais direções futuras do seu uso em medicina veterinária.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Caracterização do estudo

Trata-se de uma revisão de escopo da literatura científica, conduzida com o objetivo de mapear a extensão e sintetizar as evidências científicas disponíveis sobre a utilização terapêutica da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e seus derivados como biomaterial na medicina veterinária, considerando a diversidade de aplicações clínicas e a heterogeneidade metodológica identificada na literatura consultada.

A condução da revisão seguiu as recomendações metodológicas propostas pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI) e foi estruturada conforme as diretrizes do PRISMA-ScR. (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para revisões de escopo (Tricco et al., 2018; Peters et al., 2024).

Por se tratar de estudo baseado exclusivamente em dados secundários disponíveis na literatura, não houve necessidade de submissão a Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA).

#### 3.2 Pergunta de pesquisa

A formulação da pergunta de pesquisa foi baseada na estratégia PCC (População, conceito, contexto) recomendada para revisões de escopo pelo JBI.

- **População(P):**  
Animais atendidos no contexto veterinário (espécies domésticas e silvestres sob atendimento clínico).
- **Conceito(C):**  
Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como biomaterial, incluindo diferentes formas de processamento, como pele *in natura*, pele conservada em glicerol, pele liofilizada, matriz dérmica acelular e *scaffold*.
- **Contexto(C):**  
Aplicações terapêuticas clínicas ou cirúrgicas em medicina veterinária.

Dessa forma, a pergunta norteadora desta revisão foi: **“Quais são as aplicações clínicas, desfechos e evidências científicas do uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e seus derivados biotecnológicos na medicina veterinária?”**.

### 3.3 Estratégia de busca e fontes de informação

A busca dos artigos científicos foi realizada nas bases de dados Public Medline (**PubMed**), **Scopus** e **Google Scholar**, selecionadas devido à sua ampla cobertura da literatura biomédica e veterinária. A estratégia de pesquisa foi feita através de combinações de descritores relacionados ao biomaterial, às espécies animais e às aplicações clínicas.

A estratégia de busca foi elaborada de forma sistematizada utilizando os seguintes descritores em Ciências da Saúde (DeCS): *Oreochromis niloticus*, queimaduras, enxerto, curativos biológicos, córnea, pele de tilápia, feridas, úlceras e lesões com suas respectivas traduções para o inglês em associação aos operadores booleanos “AND” e “OR” com termos relacionados à medicina veterinária (cão, gato, equinos, asnos, animais, silvestres, veterinária), sendo as estratégias adaptadas de acordo com as especificidades de cada base de dados consultada (Tabela 1). A busca foi calibrada utilizando artigos previamente identificados sobre o tema, de modo a garantir a recuperação de estudos relevantes.

Além das buscas nas bases de dados, foi realizada busca complementar manual nas listas de referências dos estudos incluídos, bem como consulta à literatura cinzenta, incluindo teses, dissertações e trabalhos acadêmicos relevantes.

Tabela 1: Estratégias de busca nas diferentes bases de dados

Base de dados	Termos de pesquisa
PubMed	"tilapia skin" OR "Oreochromis niloticus skin" OR "tilapia fish skin") AND (veterinary OR dog OR dogs OR canine OR cat OR feline OR equine OR horse OR donkey OR animal) AND (wound OR burn OR ulcer OR graft OR healing OR cornea OR keratoplasty OR ophthalmology)
Scopus	("tilapia skin" OR "Oreochromis niloticus skin" OR "tilapia fish skin") AND (veterinary OR dog OR dogs OR canine OR cat OR feline OR equine OR horse OR donkey OR animal) AND (wound OR burn OR ulcer OR graft OR healing OR cornea OR keratoplasty OR ophthalmology) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "VETE"))
Google Scholar	“pele de tilápia” e “Oreochromis niloticus “associado em buscas separadas aos termos: veterinária, animais, felinos, caninos, cavalos, equinos, asnos, equídeos, silvestres (e suas traduções para o inglês)

Fonte: elaborada pelo autor.

### 3.4 Critérios de elegibilidade

#### 3.4.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos estudos que apresentassem dados sobre a aplicação da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na medicina veterinária. Os critérios de inclusão foram: artigos originais, relatos de casos, capítulos de livros, dissertações, teses e trabalhos acadêmicos publicadas em português ou inglês. O recorte temporal foi estabelecido entre 2015 e fevereiro de 2026, período correspondente ao início da consolidação das pesquisas envolvendo a aplicação terapêutica da pele de tilápia na literatura científica até o momento atual (Tabela 2).

Tabela 2: Critérios de inclusão de estudos

---

**Critérios de inclusão**

---

- Investigações que avaliaram o uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como biomaterial
- Trabalhos que avaliaram aplicações clínicas ou experimentais do biomaterial na veterinária
- Estudos envolvendo diferentes espécies animais, incluindo cães, gatos, equídeos, aves e animais silvestres
- Estudos com diferentes desenhos metodológicos, incluindo:
  - estudos experimentais
  - estudos clínicos
  - relatos ou séries de casos
  - teses, dissertações, trabalhos acadêmicos relevantes
- Publicações disponíveis em português ou inglês

---

Fonte: elaborada pelo autor.

### **3.4.2 Critérios de exclusão**

Foram excluídos estudos exclusivamente voltados à medicina humana e aqueles que não apresentaram aplicação terapêutica da pele de tilápia na medicina veterinária. Também foi usado como critério de exclusão revisões, editoriais, cartas ao editor, resumos publicados apenas em anais de eventos e trabalhos sem disponibilidade do texto completo (Tabela 3).

Estudos fora do intervalo temporal estabelecido (anterior à 2015) ou em idiomas distintos do inglês e português foram desconsiderados. Adicionalmente, foram excluídos trabalhos cujo foco estivesse restrito à caracterização físico-químicas/laboratoriais do biomaterial e pesquisas conduzidas em animais usados exclusivamente como modelos pré-clínicos (especialmente em roedores e coelhos).

Tabela 3: Critérios de exclusão de estudos

---

Critérios de exclusão
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudos conduzidos exclusivamente em humanos</li><li>• Estudos realizados apenas em modelos experimentais de laboratório, como roedores ou coelhos.</li><li>• Trabalhos que não utilizaram diretamente pele de tilápia como biomaterial</li><li>• Revisões de literatura, resumos, editoriais ou comentários sem dados experimentais ou clínicos; trabalhos duplicados</li><li>• Estudos sem acesso ao texto completo.</li><li>• Os que não abrangessem à pergunta norteadora da pesquisa ou que apresentassem resultados inconclusivos.</li></ul>

---

Fonte: elaborada pelo autor.

A definição dos critérios de inclusão e exclusão visou garantir alinhamento com os objetivos da revisão e resposta da pergunta baseada no PCC, assegurando a inclusão apenas de evidências primárias relevantes para a prática veterinária.

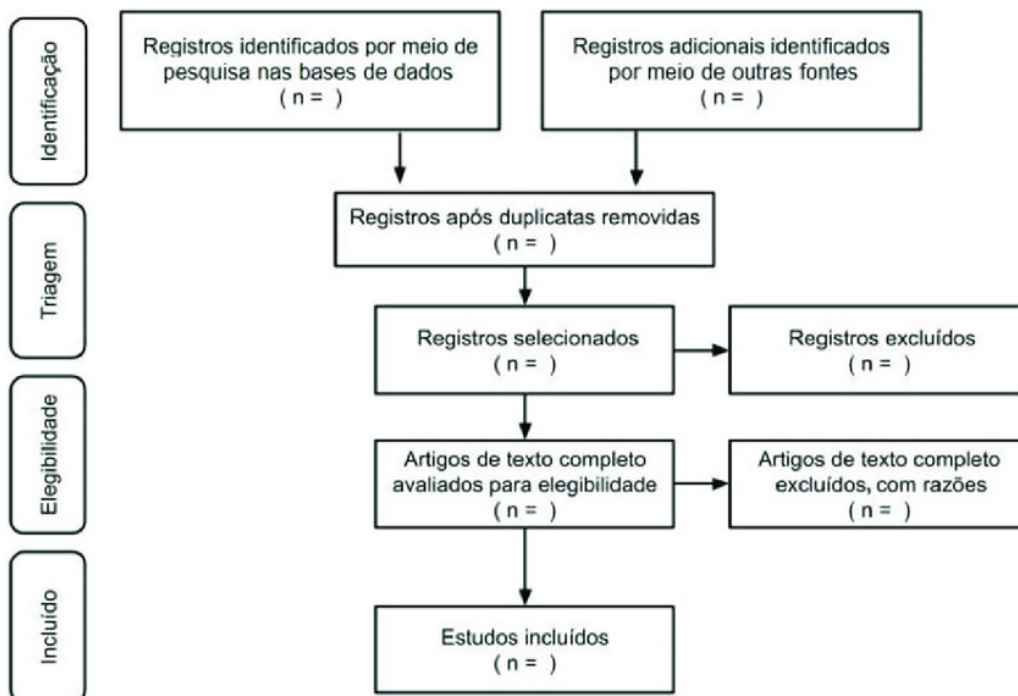
### 3.5 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos ocorreu em diferentes etapas. Inicialmente, realizou-se a leitura dos títulos e resumos identificados nas bases de dados seguindo os termos de busca pré-estabelecidos. Em seguida, foi anotado o número de trabalhos encontrados em cada base de dados. Posteriormente, seguiu-se com a exclusão dos trabalhos duplicados (com auxílio da utilização da plataforma Endnote).

Depois foram aplicados os critérios de exclusão e inclusão definidos na estratégia do escopo, e foram excluídos aqueles que não atendiam aos critérios estabelecidos anteriormente. Essas três etapas foram realizadas por dois revisores independentes, que depois compararam os resultados encontrados nas primeiras buscas que em caso de divergência, haveria revisão dos dados e tomada de decisão final por consenso.

O processo de seleção mais detalhado de cada etapa de exclusão e permanência dos estudos foi apresentado por meio de um fluxograma baseado nas recomendações PRISMA-ScR para revisões de escopo (Figura 1)

Figura 1 – Fluxograma PRISMA-ScR para revisões de escopo.



Fonte: Gomes et al., 2023.

### 3.6 Extração e organização dos dados

A extração dos dados dos estudos incluídos foi organizada em tabelas de síntese, elaboradas para registrar as principais características, desfechos e delineamentos dos estudos selecionados; permitindo realizar a comparação entre eles e a identificação de padrões na literatura. Foram tabuladas as seguintes informações:

- País de realização do estudo
- Ano de publicação
- Tipo de pesquisa (delineamento metodológico)
- Espécie animal usada
- Tipo de biomaterial derivado da pele de tilápia utilizado
- Número de animais incluídos no estudo
- Presença ou ausência de grupo controle no caso de trabalhos experimentais e estudos clínicos, sendo identificados nas tabelas (nos relatos de caso essa categoria não foi explicitada pois não se aplica ao tipo metodológico).
- Objetivo do estudo

- Desfechos clínicos reportados
- Indicação clínica e local de aplicação do biomaterial

### 3.7 Síntese e análise dos dados

Os estudos incluídos ao final da seleção foram analisados de forma descritiva e qualitativa, com o objetivo de mapear as principais aplicações da pele de tilápia na medicina veterinária. Os resultados foram organizados em categorias temáticas, incluindo:

- Uso em feridas cutâneas em pequenos animais.
- Aplicações em feridas cutâneas em equídeos.
- Uso em animais silvestres.
- Aplicações em oftalmologia veterinária.

Essa abordagem permitiu identificar tendências na literatura, bem como lacunas de conhecimento que poderão orientar futuras pesquisas na área da medicina veterinária.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Seleção dos estudos

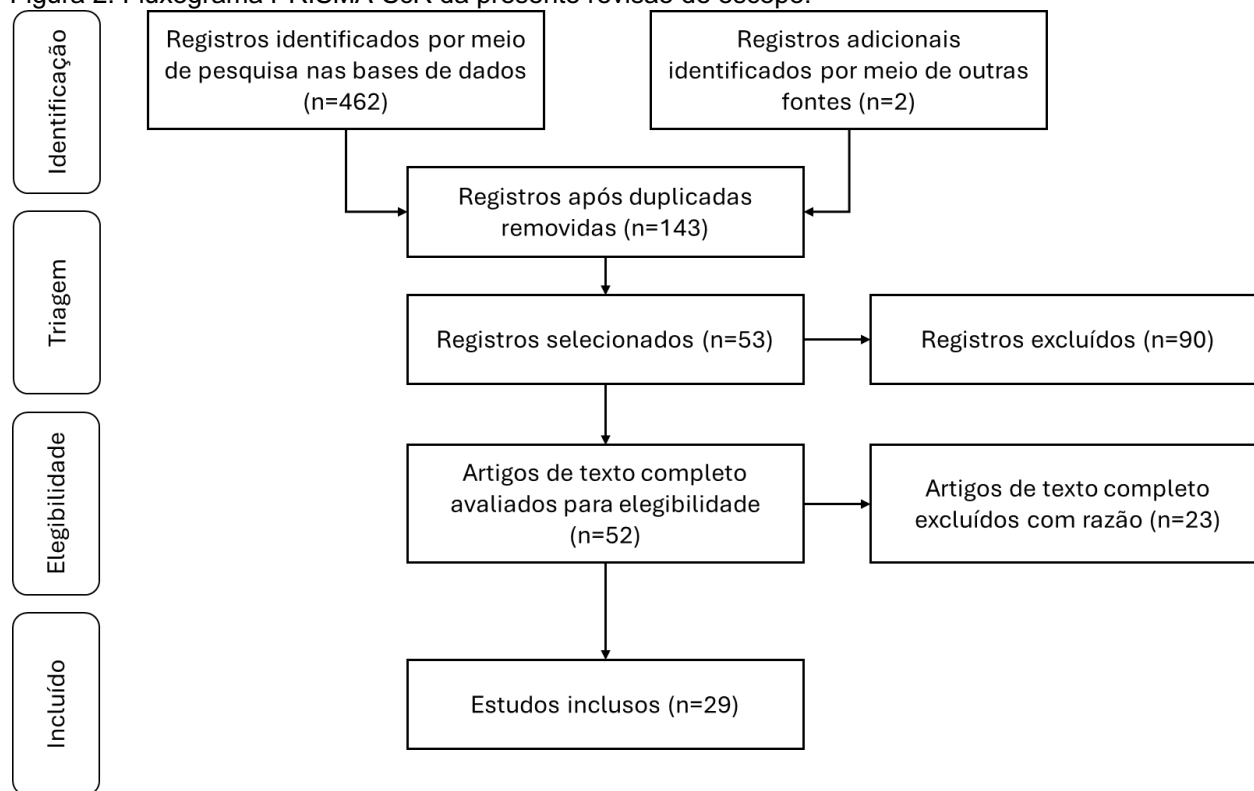
A estratégia de busca resultou inicialmente em 464 registros potencialmente relevantes, sendo encontrados 64 via Pubmed, 39 via Scopus, 359 via Google Scholar. Também foram identificados dois trabalhos acadêmicos da literatura cinzenta, que contribuíram para ampliar o panorama das aplicações da pele de tilápia na medicina veterinária.

Todos os registros identificados foram exportados para o gerenciador de referências bibliográficas Endnote, onde 321 artigos duplicados foram identificados e removidos. Após a remoção das duplicatas, 143 estudos foram submetidos à triagem através da leitura do título e resumo com base nos critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos. Foram então excluídos 90 registros, permanecendo 53 artigos para a leitura do texto na íntegra. Desses, foram selecionados 52, pois um não foi encontrado o texto completo.

Após a leitura completa dos 52 artigos restantes, 23 estudos foram excluídos com a seguinte quantidade por categoria de exclusão: 10 por serem revisões, 5 por usarem biomateriais de espécie de peixe diferente da tilápia, 2 por não serem da língua inglesa ou portuguesa e 6 que não foram elegíveis por não responderem à pergunta PCC após critérios aplicados.

Ao final do processo de seleção, 29 estudos preencheram todos os critérios de elegibilidade e foram incluídos na etapa de extração e síntese qualitativa da presente revisão de escopo. O processo de busca, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está detalhado no fluxograma PRISMA-ScR, demonstrando as etapas de seleção dos artigos incluídos na análise (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma PRISMA-ScR da presente revisão de escopo.



Fonte: adaptado de Gomes et al., 2023.

## 4.2 Caracterização geral dos estudos incluídos

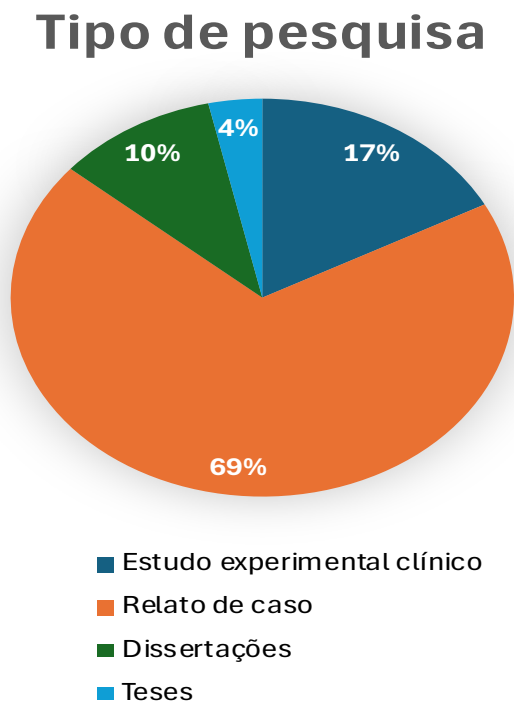
Os estudos buscados abrangiam o período de 2015 à fevereiro de 2026, porém o primeiro trabalho publicado no meio científico com aplicação terapêutica na

veterinária foi de 2019, que se tratava de uma *short-communication* em equinos. A maior parte dos trabalhos se concentraram nos últimos 5 anos, dos 29 estudos selecionados: 1 foi publicado em 2019, 2 em 2020, 3 em 2021, 6 em 2022, 6 em 2023, 4 em 2024 e 7 em 2025.

As pesquisas feitas entre 2019 e 2022 se concentraram no eixo de aplicações dos biomateriais de tilápia em feridas cutâneas diversas em várias espécies. Já a aplicação em oftalmologia só começou a ser pesquisada posteriormente com publicações realizadas a partir de 2022.

Em relação ao tipo de estudo, observou-se: relatos de caso, estudos clínicos e experimentais com diversas espécies. Houve um predomínio metodológico evidente de relatos de caso em relação a outros tipos de estudo, representando 69% do total (Figura 3).

Figura 3: Frequência em que foram selecionados os diferentes tipos de pesquisa referente ao uso da pele de tilápia na medicina veterinária.



Fonte: elaborada pelo autor.

As pesquisas com a pele de tilápia apresentaram uma distribuição geográfica mundial bem ampla, com a maioria dos estudos realizados no Brasil (19 dos 29 estudos). Seguidos por Egito e Paquistão, cada um com dois estudos. Outros países registraram apenas um trabalho na área do escopo: Estados Unidos, Portugal, África do Sul, Kuwait, Índia e Indonésia (Figura 4).

Figura 4: Distribuição das pesquisas com a pele de tilápia na medicina veterinária de acordo com o País.

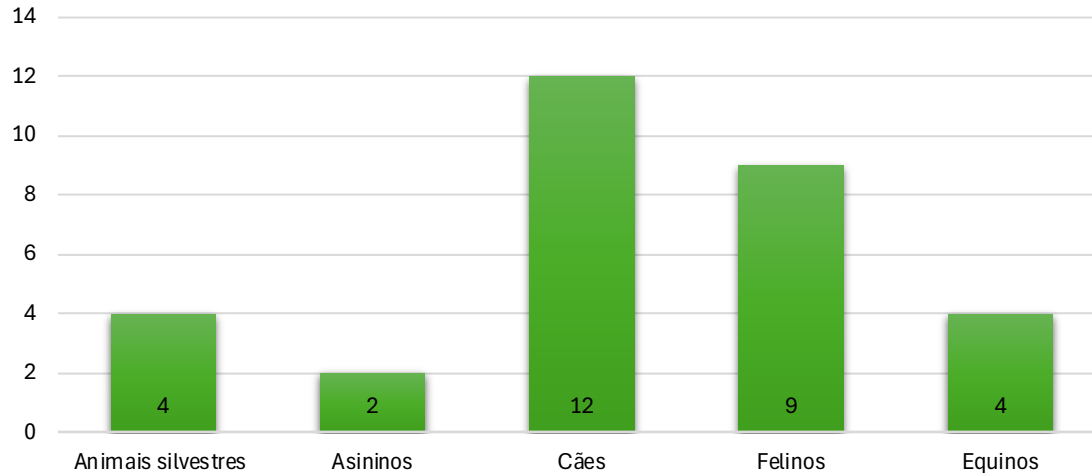


Fonte: elaborada pelo autor.

### 4.3 Espécies animais investigadas

Os estudos incluídos abrangeram diferentes espécies animais utilizadas na medicina veterinária, tanto domésticas quanto silvestres. As espécies mais frequentemente investigadas foram: cães, gatos e equinos; mas também foi descrito o uso em asnos e diversos animais silvestres (urso, veado-catingueiro, sucuri, tamanduá-bandeira, anta, quati, marabu, babuíno, leão, lobo e papagaio). Essa diversidade de espécies evidencia o potencial translacional da pele de tilápia como biomaterial em diferentes contextos clínicos veterinários (Figura 5).

Figura 5: Número de estudos por espécie (importante ressaltar que houve o uso simultâneo de cães e gatos em dois estudos por isso a somatória está em 31, embora tenham sido selecionados 29 trabalhos científicos para a revisão de escopo)

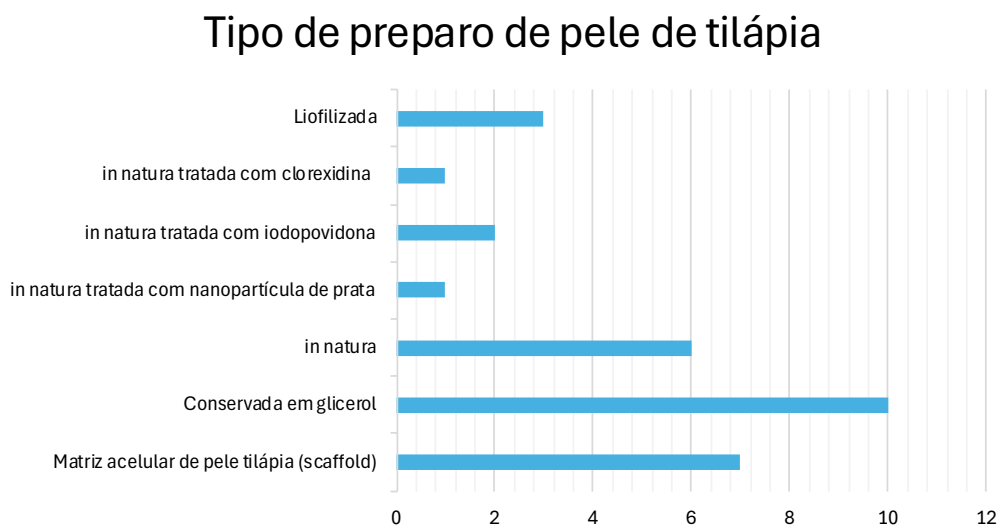


Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.4 Formas de biomaterial derivadas da pele de tilápia

Os estudos analisados utilizaram diferentes formas de processamento da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), refletindo o desenvolvimento progressivo de técnicas de preparação do biomaterial. As principais formas identificadas foram: pele de tilápia *in natura*, pele de tilápia conservada em glicerol, pele de tilápia liofilizada, matriz dérmica acelular/ *scaffold* derivado da pele de tilápia. Essas diferentes apresentações do biomaterial foram utilizadas com o objetivo de melhorar propriedades como: biocompatibilidade, capacidade de integração tecidual, estabilidade mecânica, possibilidade uso em tecidos corporais diferentes e facilidade de armazenamento e transporte (Figura 6).

Figura 6: Tipos de preparos da pele de tilápia e a frequência com que foram citadas nos estudos selecionados.



Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.5 Aplicações da pele de tilápia na medicina veterinária

A análise dos estudos permitiu identificar dois principais eixos de aplicação do biomaterial na medicina veterinária: no tratamento de feridas cutâneas de diversas etiologias e na oftalmologia.

##### 4.5.1 Tratamento de feridas cutâneas

A maioria dos estudos investigou o uso da pele de tilápia como curativo biológico para tratamento de feridas cutâneas de diversas etiologias e localizações. As aplicações incluíram: lesões traumáticas (por mordedura de outros animais, armadilhas de caça, autotrauma, desenluvamento, cisalhamento e acidentes diversos), deiscência de suturas (pós-herniorrafia perineal, pós-caudectomia e após remoção de tumores), queimaduras e feridas infectadas. Os estudos envolveram principalmente: cães, gatos, equídeos e animais silvestres.

Nesse eixo terapêutico de cicatrização de feridas cutâneas foram identificados o uso da pele de tilápia em 3 diferentes apresentações: *in natura*, conservada em glicerol e liofilizada. De modo geral, os resultados indicaram que o biomaterial apresentou boa aderência ao leito da ferida, proteção física do tecido lesionado, redução da contaminação bacteriana, estímulo a formação de tecido de granulação saudável,

controle de tecido de granulação exuberante (principalmente nos equídeos). Além disso, diversos estudos relataram aceleração do processo de cicatrização e redução do número de trocas de curativo quando comparado a tratamentos convencionais, resultando em menor custo total do tratamento e maior conforto do paciente com conseqüente redução do estresse. A seguir apresenta-se as tabelas com os parâmetros (país, espécie e o número de animais usados, o tipo de biomaterial, delineamento de estudo, local/tipo de lesão e os principais desfechos) dos estudos em cães (tabela 4), em gatos (tabela 5), em estudos que usaram cães e gatos simultaneamente (tabela 6), em equídeos (tabela 7) e em animais silvestres (tabela 8).

Tabela 4: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em cães

<b>ARTIGO (PAÍS)</b>	<b>ESPÉCIE (N)/ TIPO ESTUDO</b>	<b>BIOMATERIAL DA TILÁPIA</b>	<b>LOCAL DE APLICAÇÃO/TIPO LESÃO</b>	<b>DESFECHO</b>
CHOI, C. ET AL. 2021 (EUA)	1 cão macho (Dachshund, 13 anos) / Relato de Caso	Pele conservada em glicerol (preparo baseado no descrito por Costa et al, 2019- use of tilapia skin as xenograft for pediatric: a case report*)	Lesão por mordedura em região dorsal caudal em cão	O enxerto de tilápia foi eficaz no tratamento da ferida de espessura total, promoveu epitelização rápida (1,76 mm/dia) com cicatrização completa da lesão em 102 dias, sem sinais de contraturas
ALENCAR, M.K.F. ET AL. 2022 (BRASIL)	1 cão (Poodle, 10 anos) / Relato de Caso	Pele liofilizada	Lesão cutânea extensa em região dorsal de cão após ataque de outro cão	O xenoenxerto liofilizado reduziu o tempo de cicatrização e diminuiu o número de trocas de curativos de duas vezes ao dia para uma vez por semana
COSTA, J. Q., 2022 (BRASIL)	7 cães adultos/ Estudo experimental (Controle: lesões excisionais tratadas apenas com gaze umedecida por solução de NaCl a 0,9%)	Pele conservada em glicerol (baseada no descrito por Lima Júnior, 2017*)	Lesões cutâneas induzidas na região toracolombar	A pele de tilápia demonstrou boa aderência no leito das feridas. Como material biológico, apresentou eficácia e segurança no tratamento de lesões abertas em cães

KHAN ET AL. 2025 (PAQUISTÃO)	10 cães/ Estudo clínico (5 tratados com pele tilápia suturada e 5 tratados sem sutura do biomaterial)	<i>in natura</i> tratada com iodopolvidona	lesões traumáticas cutâneas	A pele de tilápia demonstrou ser uma alternativa segura e eficaz como curativo biológico para promover cicatrização de lesões em cães. O grupo que teve o biomaterial aplicado sem o auxílio de suturas apresentou cicatrização mais rápida que o grupo com fixação por suturas.
LOPES, I.C. A., 2025 (BRASIL)	1 cão (SRD) /Relato de caso	Pele <i>in natura</i>	Ferida oriunda de deiscência cirúrgica pós- herniorrafia perineal	Promoveu cicatrização completa. Apresentou boa aderência ao leito, proteção física da ferida, redução de dor por trocas de curativos.

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 5: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em gatos.

ARTIGO (PAÍS)	ESPÉCIE (N)/ TIPO ESTUDO	BIOMATERIAL DA TILÁPIA	LOCAL DE APLICAÇÃO/TIPO LESÃO	DESFECHO
MACHADO, F. L. ET AL. 2021 (BRASIL)	1 gato (SRD, 4 meses de idade) / Relato de caso	Pele conservada em glicerol (não informou o protocolo) associado ao uso da pomada Dersani®	Lesão traumática em região mandibular de gata	O tratamento com pele de tilápia foi eficaz, promovendo completa reepitelização da ferida e conforto para a paciente, demonstrou-se também como monetariamente mais viável ao responsável pelo animal.
ERWIN, E. ET AL. 2023 (INDONÉSIA)	6 gatos machos /Estudo experimental (Controle: 3 gatos tratados com Sofratulle®)	Pele conservada em glicerol(baseado no protocolo relatado por Costa et al. (2019)- UFC*.	Feridas cutâneas induzidas em membro anterior (2x2 cm)	Ambos os grupos apresentaram reepitelização completa, sem diferença estatística nas avaliações de tempo de sangramento e absorção de fármacos. O curativo úmido apresentou resolução de controle de dor e retorno a coloração normal da pele levemente mais rápido que o grupo tratamento.
DE JESUS LIMA, B.; DE CASTRO, J.S.A.; DE LIMA, F. R. V., 2024. (BRASIL)	1 gato (SRD, 14 anos) / Relato de Caso	pele <i>in natura</i>	lesão mandibular associada a disjunção de sínfese mentoniana em felino	A pele de tilápia foi eficiente na cicatrização da lesão cutânea e no restabelecimento da função mandibular do felino.

RAYMUNDO, E. F. ET AL., 2025 (BRASIL)	1 gato (SRD, 1 ano) / Relato de caso-short communication	Pele conservada em glicerol (associada ao uso de óleo de copaíba e solução a base de aloe vera)	Lesão traumática em região distal de membro posterior de felino associado a esporotricose e presença de exposição/necrose óssea.	O xenoenxerto aderiu bem ao leito da ferida, conferiu menor exposição e contaminação da lesão, reduziu dor e manipulação do paciente em trocas de curativo. Promoveu cicatrização completa após aproximadamente 21 dias, evitando amputação do membro e restabelecendo sua função.
DE WITT, A.; BESTER, E. G., 2025 (ÁFRICA DO SUL)	1 gato (4 semanas de idade) /Relato de caso	1º aplicação: <i>in natura</i> . 2º aplicação: pele conservada em glicerol baseada no protocolo da patente da University of California (US 11612675B1)	Queimadura grave (3º grau e > 30% do corpo acometido) em região dorsocaudal e lateral de filhote felino	Ocorreu reepitelização total sem complicações ou efeitos adversos. Houve 2 aplicações do biomaterial (a 1º permaneu por 13 dias e a 2º por 7 dias).
MANZOOR, A. ET AL., 2025 (PAQUISTÃO)	10 gatos/ Estudo clínico (Controle: 5 gatos tratamento padrão para ferida abertas)	Pele <i>in natura</i> desinfetada com iodopovidina 10%	Lesões cutâneas traumáticas em regiões variadas	O grupo tratado com pele de tilápia apresentou cicatrização mais rápida que o grupo controle e os gatos não apresentaram reações adversas ao xenoenxerto

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 6: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em lesões cutâneas que usaram cães e gatos simultaneamente

ARTIGO (PAÍS)	ESPÉCIE (N)/ TIPO ESTUDO	BIOMATERIAL DA TILÁPIA	LOCAL DE APLICAÇÃO/TIP O LESÃO	DESFECHO
SANTOS, T. S.; ALENCAR, C. L. M. 2021 (BRASIL)	3 cães e 1 gato/ Relato de caso	Pele conservada em glicerol	Lesões cutâneas contaminadas em região cervical, membro torácico, membro pélvico e região sacral (pós-caudectomia)	O biomaterial mostrou-se eficaz na reparação tecidual, auxiliando na proteção da ferida contra microorganismos externos, acelerando a cicatrização e estimulando formação de tecido de granulação. Além de proporcionar conforto ao animal e reduzir custos terapêuticos.
KIENZLE, M. 2022 (PORTUGAL)	2 cães e 3 gatos/Estudo piloto/série de casos	Pele conservada em glicerol (com base na metodologia publicada por Lima et al., 2017).	Feridas cutâneas abertas diversas: deslucamento, deiscência cirúrgica, cisalhamento e lesões necrosantes em diferentes regiões corporais (membros, cauda, tronco)	Observou-se evolução cicatricial progressiva com redução da necrose e da infecção das lesões. A pele de tilápia auxiliou na proteção do leito da ferida e promoveu bem-estar aos animais durante o tratamento.

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 7: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em equídeos.

ARTIGO (PAÍS)	ESPÉCIE (N)/ TIPO ESTUDO	BIOMATERIAL DA TILÁPIA	LOCAL DE APLICAÇÃO/TIPO LESÃO	DESFECHO
SILVA, S. C. ET AL. 2019 (BRASIL)	2 equinos machos adultos (Mangalarga Marchador) / Relato de caso- Short Communication	Pele <i>in natura</i> desinfetadas com clorexidina	Feridas crônicas em membro distal e costas	A pele de tilápia atuou como fator oclusivo, melhorou o processo de cicatrização (com redução da área lesionada e da formação de tecido de granulação exuberante). Também aumentou o intervalo de trocas de curativo de a cada dois dias para uma semana.
IBRAHIM, A. ET AL.2020 (EGITO)	9 asnos/ Estudo experimental (Controle negativo: feridas excisionais nos metacarpos esquerdos/ Tratamento: tilápia em feridas excisionais nos mesmos animais em metacarpo direito	Pele fresca esterilizada com nanopartículas de prata	Lesões induzidas (excisionais) no metacarpo	A pele de tilápia acelerou a cicatrização, reduziu a carga bacteriana e diminui a formação de tecido de granulação exuberante
COSTA, B. O. ET AL. 2020 (BRASIL)	1 equino macho (SRD, 27 anos) / Relato de Caso	Pele conservada em glicerol (protocolo UFC*)	Lesão traumática em membro anterior distal de cavalo	Houve redução da formação de tecido de granulação exuberante durante o processo cicatricial. O xenoinxerto de tilápia promoveu reepitelização completa da lesão com resultado cosmético e funcional satisfatório
SILVA, S. C., 2022	7 equinos (11 feridas) / Estudo Clínico	Pele fresca (2 animais) e pele de tilápia em glicerol (5 animais)	Feridas crônicas cutâneas em membros e tronco de equinos	Acelerou o processo de cicatrização ao longo do período de 28 dias. Demonstrou indução de resposta inflamatória aguda com alteração das vias de formação de tecido de granulação exuberante. Houve diminuição da frequência de troca de curativos (implicando na redução de estresse, dor e custo de tratamento)
COSTA, B. O. 2023 (BRASIL)	13 equinos (mas 2 foram excluídos do estudo final) / Estudo Clínico (Controle: 5 equinos tratados com sulfadiazina de prata	Pele de tilápia em glicerol (protocolo UFC*)	Feridas traumáticas em membros posteriores e anteriores	A pele de tilápia apresentou resultado de cicatrização semelhante ao do grupo controle, porém com menor necessidade de trocas de curativos, conferindo maior bem-estar.

HUSSEIN, K. H. ET AL. 2025 (EGITO)	5 asnos / Estudo experimental - em cada animal eram realizadas 3 feridas excisionais em cada lado da coluna (totalizando 6 lesões) que eram divididas em 3 grupos (controle -, pele <i>in natura</i> e pele liofilizada)	Pele fresca e pele liofilizada	lesões cutâneas excisionais em dorso	Ambas as formas da pele de tilápia tiveram resultados superiores ao grupo controle, porém a liofilizada mostrou maior deposição de colágeno, angiogênese mais evidente e foi capaz de promover a contração e reepitelização da ferida de forma rápida que os outros grupos.
---	---	-----------------------------------	--	---

Fonte: elaborada pelo autor.

Tabela 8: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia em feridas cutâneas em animais silvestres.

ARTIGO (PAÍS)	ESPÉCIE (N)	BIOMATERIAL DA TILÁPIA	LOCAL DE APLICAÇÃO/TIPO LESÃO	DESFECHO
ARUN, A.; PATIL, S. P.; SHRIKRIS HNA, B., 2022 (ÍNDIA)	1 Urso- beijudo ( <i>Melursus ursinus</i> )	Pele <i>in natura</i> (tratada com clorexidina, iodopovidona e metronidazol)	Ferida traumática grave no membro anterior (região metacarpal) causada por armadilha de caça.	O enxerto apresentou boa aderência e não foram observadas infecções secundárias ou inflamação na superfície. Após 14 dias da aplicação, o curativo foi removido e observou-se que o biomaterial havia sido parcialmente absorvido e havia formação de tecido de granulação. Após cerca de 6 semanas ocorreu cicatrização completa.
COSTA, B. O. ET AL.,2023 (BRASIL)	1 veado- catingueiro, 1 sucuri, 1tamanduá- bandeira, 1 anta e 1 quati resgatados de queimadas	Pele liofilizada (protocolo UFC*	Lesões por queimaduras em diversas regiões do corpo (principalmente regiões distais de membros)	Aumento dos índices de sucesso no tratamento das queimaduras dos animais resgatados devido à eficácia do biomaterial na cicatrização das lesões e da redução da necessidade de trocas de curativos, especialmente útil em silvestres
QABAZAR D, T.; AL- SAYEGH, H.2024 (KUWAIT)	1 marabu ( <i>Leptoptilos crumenifer</i> ), 1 babuíno ( <i>Papio anubis</i> ), 1 lobo ( <i>Canis lupus</i> ) e 1 leão ( <i>Panthera leo</i> )	Pele conservada em glicerol (baseada na patente original da pesquisa de tilápia (WO 2017/035615A I)	Feridas cutâneas de espessura total em diversas localizações (orelha, região carpal, joelho e porção proximal da asa)	Reepitelização completa das lesões em todas as espécies tratadas, com redução do estresse devido à menor necessidade de manejo.

Fonte: elaborada pelo autor.

#### 4.5.2 Aplicações em oftalmologia veterinária

Outro campo emergente identificado na literatura foi o uso da pele de tilápia em reparo de lesões corneanas e palpebrais. Foram identificados 7 trabalhos na área que incluíram principalmente relatos de caso e estudos experimentais em cães, relatos de caso em gatos e aplicação experimental em aves. Nesses estudos, a matriz dérmica acelular de pele de tilápia (MDAPT) foi a forma mais utilizada, apresentando poucos relatos com uso de outras apresentações do biomaterial (apenas um caso usou a forma liofilizada e apenas um caso que utilizou a forma *in natura* para aplicação em lesão em pálpebra) (Tabela 8).

Tabela 9: Principais parâmetros dos trabalhos científicos do uso de pele de tilápia na oftalmologia veterinária.

ARTIGO (PAÍS)	ESPÉCIE (N)/ TIPO ESTUDO	BIOMATERIAL DA TILÁPIA	LOCAL DE APLICAÇÃO/TIP O LESÃO	DESFECHO
Melo, M. S. et al., 2022 (Brasil)	1 cão (Shih Tzu, 3 anos) / Relato de caso	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Úlcera corneana	A matriz acelular da tilápia promoveu cicatrização da úlcera, preservando a transparência natural da córnea e a funcionalidade visual do olho acometido.
Melo, M. S., 2023a (Brasil)	60 cães/ Estudo experimental clínico (2 grupos controles: 1º- 20 cães tratados com flap conjuntival pediculado 2º- 20 cães tratados com membrana comercial Vetrix®)	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Úlceras corneanas profundas	A matriz acelular de tilápia foi segura e eficaz na reparação das úlceras de córnea, apresentando parâmetros clínicos equivalentes às técnicas tradicionais, porém com tempo de recuperação e alta médica mais rápidos.
Melo, M. S. et al., 2023b (Brasil)	1 cão (Shih Tzu, 4 meses) / Relato de Caso	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Perfuração corneana com extravasamento do cristalino	Reestruturação corneana e recuperação funcional do olho com reestabelecimento da visão
Melo, M. S. et al., 2023c (Brasil)	1 gato (SRD, 4 anos) / Relato de Caso	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Úlcera corneana	Cicatrização eficiente, boa transparência da córnea como resultado final e manutenção da visão.

Melo, M. S. et al.,2024a) (Brasil)	1 cão (Shih Tzu, 8 anos) / Relato de caso	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Úlcera corneana associada a glaucoma	O biomaterial de tilápia promoveu cicatrização corneana completa, recuperação da visão e promoveu uma transparência de córnea superior à observada no olho contralateral tratado com flap conjuntival pediculado.
Melo, M. S. et al.,2024b) (Brasil)	2 cães (1 Shih Tzu e 1 SRD) - 3 lesões (2 úlceras e 1 lesão em pálpebra) / Relato de caso	Matriz dérmica acelular, pele liofilizada e pele <i>in natura</i>	Úlcera de córnea e lesão em pálpebra	A pele de tilápia nas 3 diferentes apresentações ( <i>in natura</i> , liofilizada e matriz acelular) apresentou boa biocompatibilidade e eficiência na reparação de diferentes tecidos (córnea e pálpebra)
Melo, M. S. et al.,2025) (Brasil)	1 Papagaio-verdadeiro (Amazona aestiva) / Relato de caso	Matriz acelular de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	Úlcera corneana profunda (> 80% de espessura)	Boa integração do enxerto, cicatrização da córnea e ausência de rejeição O <i>scaffold</i> atuou como suporte até a regeneração completa do tecido, promovendo aderência adequada ao epitélio, sem sinais de infecção, inflamação ou desconforto. Após 30 dias, o papagaio apresentou cicatrização avançada, hiperemia conjuntival sem incômodos e melhora significativa na postura, mobilidade e comportamento, com retorno à alimentação normal.

Fonte: elaborada pelo autor.

Os resultados relatados indicaram: boa integração do biomaterial à córnea, recuperação da transparência corneana, ausência de efeitos adverso, preservação e até mesmo retorno da função visual em diversos casos. Além disso alguns estudos relataram permeabilidade do biomaterial à fármacos tópicos, critério importante para manejo de lesões oculares por muitas vezes haver necessidade de associação à tratamentos com medicamentos oftálmicos nos casos de pós-operatórios.

## 5 DISCUSSÃO

Essa revisão de escopo permitiu mapear a extensão das aplicações clínicas da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na medicina veterinária, os estudos abordaram seu uso em diferentes contextos, com dois eixos principais identificados: uso em cicatrização de feridas e uso na oftalmologia. A introdução da pele de tilápia no uso de curativos oclusivos trouxe para a medicina veterinária uma alternativa inovadora de cobertura cutânea temporária de origem animal. Além disso, por ser um subproduto de um material com alta disponibilidade e demanda no país, torna a técnica cada vez mais viável e de baixo custo. Os estudos na veterinária identificaram diversas vantagens no

seu uso como biomaterial: boa aderência ao leito da ferida, proteção do tecido lesionado, redução da contaminação bacteriana, estímulo a formação de tecido de granulação saudável, controle de tecido de granulação exuberante (principalmente nos equídeos), aceleração do processo de cicatrização e redução do número de trocas de curativo.

O biomaterial demonstrou sucesso no uso terapêutico em cicatrização de feridas cutâneas de apresentações diversas tanto em animais domésticos como cães, gatos, cavalos e asnos, como em silvestres (urso, veado-catingueiro, sucuri, tamanduá-bandeira, anta, quati, marabu, babuíno, leão e lobo), inclusive com alguns relatos de uso em feridas desafiadoras como contaminadas, necrosadas, com exposição óssea ou cartilaginosa (CHOI, C. et al.2021; SANTOS, T. S.; ALENCAR, C. L. M., 2021; ALENCAR, M.K.F. et al. 2022; KIENZLE, M., 2022; LOPES, I.C. A., 2025).

Na área da oftalmologia o biomaterial também demonstrou resultados promissores, com eficácia relatada em reparação tecidual de olhos e anexos. A principal aplicação descrita foi no tratamento de úlceras de córnea, inclusive em casos mais complexos: com a associação de glaucoma (Melo et al., 2024a), perfuração de córnea com extravazamento de cristalino (Melo et al., 2023b) e úlceras graves profundas com mais de 80% de comprometimento (Melo et al., 2025). As espécies identificadas nesse eixo de estudos foram em sua maioria cães, com 5 estudos dos 7 identificados (71,43% do total), provavelmente devido aos seus estudos iniciais terem se iniciado nessa espécie (Melo et al., 2022; Melo et al., 2023a), mas também houve relato de uso em gato (Melo et al., 2023c) e em papagaio-verdadeiro (Melo et al., 2025).

Sabe-se que um novo procedimento ou medicamento para ser validado com fim terapêutico precisa ser ou equivalente ou superior aos tratamentos convencionais já estabelecidos (FREISE, K. J. et al. 2013; STEFANOS, R.; GRAZIELLA, D.; GIOVANNI, T., 2020). Melo et al. (2023a) realizou estudo experimental comparando a matriz dérmica com outras técnicas convencionais (flap conjuntival e matriz comercial Vetrix®) e obteve resultados clínicos semelhantes, fornecendo mais evidência para seu uso na oftalmologia em cães.

Na oftalmologia observou-se que a MDAPT foi o biomaterial mais usado nesses eixos e demonstrou ser capaz de promover a cicatrização e reparo corneal, resultando em uma córnea transparente, avascular, lisa e brilhante com mínima formação

de névoa cicatricial. Houve a observação de um levado número de relatos na raça Shih Tzu. Sabe-se que as raças braquicefálicas são mais predispostas à problemas oftálmicos como úlceras de córnea e traumas oculares, principalmente devido a conformação do seu crânio que geralmente torna a cavidade orbital mais rasa deixando os olhos mais projetados. Provavelmente por isso se identificou tantos cães dessa raça com afecções oculares (Melo, M. S. et al., 2022, 2023b,2024a, 2024b).

Os primeiros trabalhos publicados com a pele de tilápia datam 2015 com a avaliação dos seus parâmetros físicos e histoquímicos (ALVES, A. P. N. N. et al.,2015) e com a análise da microbiota da pele e cavidade oral do peixe (LIMA JÚNIOR, E. M. et al.,2016). A avaliação pré-clínica do uso do biomaterial para tratamento de queimaduras em animais de laboratório ocorreu em 2015 com publicação dos dados em 2017 (LIMA-JÚNIOR, E. M., 2017; LIMA-JÚNIOR, E. M. *et al.*, 2017). Em humanos os primeiros usos foram relatados em queimaduras em adultos, iniciando entre 2016 e 2017 em estudos de Fase Clínica I e II (JÚNIOR, E. M. L. et al.,2023). No presente estudo, observou-se que o primeiro artigo do uso da pele de tilápia na veterinária (sem ser em animais de laboratório como modelos pré-clínicos) foi publicado em 2019 com uso em feridas traumáticas em equinos (SILVA, S. C. et al.,2019), porém há relato anterior nas mídias eletrônicas de dezembro de 2017/janeiro de 2018 do uso no tratamento de queimaduras em três ursos e um leão da montanha após incêndio na Califórnia, mas que não chegou a ser publicado na literatura científica (LIEU, A.,2018). Em relação a análise temporal dos estudos selecionados no presente escopo foi visto que a maior parte dos trabalhos veterinários se concentraram nos últimos 5 anos, com destaque para o ano de 2025 com 7 das 29 publicações (aproximadamente 24 % do total), o que demonstra um crescente interesse e desenvolvimento de pesquisas na área.

De 2019 a 2022 as pesquisas se concentraram apenas no eixo de aplicações em feridas cutâneas diversas em várias espécies. Só a partir de 2022 iniciaram os primeiros estudos no eixo da oftalmologia (Melo et al., 2022). Isso provavelmente ocorreu devido a necessidade de um derivado da pele de tilápia que pudesse ser aplicado na estrutura delicada do olho, apresentando boa aderência sem prejudicar a córnea e sem prejudicar a movimentação da pálpebra. O desenvolvimento da matriz dérmica acelular,

que foi posterior às formas da pele liofilizada e em glicerol, permitiu que o uso oftálmico fosse testado.

Quanto aos países de desenvolvimento dos estudos, destaca-se que 19 dos 29 estudados foram realizados no Brasil, que se justifica devido ao pioneirismo do país, uma vez que a ideia inicial foi implementada pelos pesquisadores da Universidade Federal do Ceará, com registro de patente e criação do primeiro banco de pele animal, demonstrando o protagonismo das pesquisas nacionais no desenvolvimento e aplicação deste biomaterial (LIMA JÚNIOR, E. M. et al., 2019b; JUNIOR, E. M. L. et al. 2020). Outro dado interessante observado no presente escopo é que a maior parte dos países que tiveram relatos do uso da pele de tilápia na veterinária são países classificados como em desenvolvimento pelo Fundo Monetário Internacional e Banco Mundial, como Brasil, Egito, Paquistão, África do Sul, Índia e Indonésia (FMI, 2026). Esse fator pode corroborar com o descrito em diversos estudos de que a pele de tilápia é de fato um biomaterial acessível e de baixo-custo, já que mesmo países com condições econômicas mais restritas conseguiram o desenvolvimento de pesquisas na área e aplicações terapêuticas em animais.

A análise dos países que realizaram pesquisas terapêuticas na veterinária indicou uma distribuição mundial ampla. Isso se deve ao sucesso da pesquisa com sua eficácia em regeneração tecidual na medicina humana e veterinária, gerando interesse em diversos grupos de estudos no mundo que passaram a fazer parcerias com a UFC ou a desenvolver pesquisas baseadas nas patentes registradas. Essa distribuição ampla abrangendo diversos continentes acaba contribuindo para que os biomateriais já tenham sido testados em condições geográfica, climáticas e demográficas completamente diferentes e em espécies que não são encontradas no Brasil. Curiosamente, a pele de tilápia já foi analisada inclusive no espaço quando a Agência Espacial Americana (NASA) levou amostras para lá para avaliação do comportamento do biomaterial em diferentes condições de pressão atmosférica e gravidade (UFC, 2019).

No presente estudo de escopo se detectou que os relatos de caso representarem 69% dos tipos metodológicos com uso da pele de tilápia na veterinária. Os estudos experimentais e clínicos encontrados, que representam pesquisas de maior peso científico, utilizavam um número reduzido de animais, sendo o maior número

encontrado no estudo Costa *et al.* (2023), com 13 equinos utilizado no estudo, com perda de seguimento de 2 animais, resultando em 11 indivíduos ao final da pesquisa. Esses fatores acabam por contribuir para que, embora haja excelentes resultados na regeneração de diferentes tipos de lesões cutâneas e oftalmológicas em diversas espécies, exista um prejuízo na elevação da evidência científica e padronização do uso desses biomateriais na veterinária. Porém, é importante ressaltar que como discutido por Costa *et al.* (2023) existem limitações éticas que contribuem para a limitação do uso de números elevados de animais não-laboratoriais em experimentos científicos e que nos ensaios clínicos se observam complicações próprias de cada espécie para conseguir um número maior para que haja padronização, principalmente em silvestres.

Outro fator que prejudica a análise dos embasamentos dos estudos é a falta de padronização dos derivados da pele de tilápia encontrados nos estudos de feridas cutâneas, alguns não relatam de forma clara a metodologia para obtenção do biomaterial. Nas pesquisas mais recentes foi possível observar uma maior preocupação com esse tópico, havendo parcerias para obtenção do material diretamente com a Universidade Federal do Ceará ou descrição do processamento baseado nas patentes da pele de tilápia desenvolvidas na universidade, como relatado por Costa, B. O. et al. (2020), Choi. et al. (2021), Costa, J. Q. (2022), Kienzle, M. (2022), Erwin, e. et al. (2023), Costa, B. O. et al. (2023) e Qabazard, T.; Al-sayegh, H. (2024). Isso demonstra que o processo de patente e de comercialização, prevista para começar em breve, poderá contribuir de forma significativa para essa haja sistematização do material usado nas pesquisas, ajudando a dar maior evidência científica do uso em diferentes espécies e regiões.

Além dos usos mais comuns na medicina humana e veterinária, como queimaduras, lesões traumáticas, neovaginoplastias, oftalmologia, existem aplicações que vêm sendo pesquisadas em outras áreas ainda em estudos pré-clínicos, mas com bons resultados iniciais. Souza (2025), avaliou o uso da matriz dérmica acelular de tilápia (MDAPT) ao aplicar o biomaterial sobre a dura-máter em ratos Wistar. No estudo foi observado que o *scaffold* de tilápia induziu processo inflamatório auto-limitado e produção de tecido conjuntivo abaixo da craniectomia de forma semelhante à matriz de regeneração dural comercial Duragen®. Esses dados iniciais da pesquisa fomentam

perspectivas do uso dos derivados da tilápia em um novo eixo: na neurocirurgia. Liu *et al.* (2022) analisou o uso da MDAPT associada a células tronco para regeneração de tecido tendíneo em modelo experimental de defeito de tendão de aquiles. O *scaffold* foi capaz de promover ordenação das fibras de colágeno e expressão de fatores biológicos importantes na regeneração tecidual, diminuiu riscos de formação de cicatriz fibrótica ou ossificação heterotrópica, demonstrando potencial do seu uso na ortopedia.

Sun *et al.* (2018) e Sun *et al.* (2020) estudaram propriedades hemostáticas das esponjas de colágeno. O colágeno da tilápia promoveu maior viabilidade e proliferação de fibroblastos com melhor ação hemostática quando comparado a esponjas de colágeno comerciais não reticuladas em modelo de hemorragia femoral em ratos. Pu e Qu (2023) avaliaram o uso do colágeno da tilápia na dermatologia e verificaram efeito de retardo no envelhecimento cutâneo. Hosny *et al.* (2025) demonstrou que a pele de tilápia é um curativo seguro e eficaz no tratamento de úlceras diabéticas em modelo experimental de diabetes tipo I em ratos, ao promover cicatrização e controle de infecção desse tipo de lesão. Mesquita (2025) demonstrou que a matriz acellular de colágeno é um promissor substituto de tunica albuginea em cirurgias penianas em estudo com ratos por suas características de boa compatibilidade, efetividade na regeneração tecidual e indução de resposta inflamatória menos intensa do que o grupo controle tratado com membrana comercial de pericárdio bovino. Shang *et al.* (2025) avaliou o uso do colágeno da tilápia na regeneração óssea que mostrou excelente biocompatibilidade e propriedades osteogênicas.

Todos esses experimentos pré-clínicos demonstram que a pele de tilápia e seus derivados tem um futuro promissor nas áreas de neurologia, dermatologia, endocrinologia, urologia e ortopedia com potencial uso tanto na medicina humana como veterinária, porém mais estudos são necessários para avaliação dos efeitos em cada espécie foco da aplicação terapêutica.

Os estudos revisados permitiram verificar que a pele de tilápia possui potencial regenerativo tanto em feridas primárias como em zonas doadoras de leite, como relatado por Manfredi, *et al.* (2021) em palato de humano e Erwin, *et al.* (2023) em gatos.

Badois et al. (2019) e Alam e Jeffery (2019) usaram matrizes extracelulares de bacalhau também com a finalidade de cicatrização de áreas doadoras de enxerto com bons resultados.

Outro fator relevante observado no presente escopo foi a possibilidade de uso da pele de tilápia em lesões por deiscência de sutura na veterinária. Santos e Alencar (2021) relataram uso do biomaterial para cicatrização de lesões após deiscência decorrente de cirurgia de caudectomia em um cão e e pós cirurgia ortopédica em um gato.

Choi *et al.* (2021) e Alencar *et al* (2022) descreveram o uso da pele de tilápia após deiscência de sutura de cirurgias reconstrutivas em cães após ataque por mordedura de outros cães. Sabe-se que idealmente em lesões de grande extensão deve-se recorrer ao fechamento direto, ou seja, a aproximação e sutura das bordas cutâneas no primeiro momento cirúrgico, mesmo que haja necessidade de técnicas de anaplastia como o uso de retalhos, porém quando não é possível ou quando após a cirurgia reconstrutiva ocorre a deiscência, é necessário recorrer ao uso de enxertos ou seguir com a cicatrização por segunda intenção. A deiscência é uma das complicações mais comuns das cirurgias reconstrutivas, podendo acontecer de forma ainda mais prevalente quando há possibilidade de contaminação da ferida cirúrgica. No caso de feridas traumáticas por mordedura ou arranhadura de cães e gatos há grandes chances de acontecer infecção devido à alta prevalência de microrganismos potencialmente patogênicos na boca e unhas desses animais (SAKUMA et al., 2003; JONES; LIPSCOMB, 2019). Os casos relatados por Choi *et al.* (2021) e Alencar *et al* (2022) demonstram que mesmo em lesões muito extensas decorrentes de deiscência pós-cirurgias reconstrutivas é possível obter a reepitelização completa com o curativo oclusivo de tilápia.

Lopes (2025) relatou a cicatrização de uma lesão decorrente da deiscência pós-herniorrafia perineal em cão. As hernias perineais tem alta prevalência em cães, principalmente em machos não castrados. Devido a proximidade anatômica da ferida cirúrgica com o ânus do animal, pode ocorrer infecção local e consequente ruptura dos

pontos da cirurgia. Nesse relato após a deiscência cirúrgica da correção da hérnia devido à infecção, houve o tratamento da ferida resultante com a pele de tilápia. Os biomateriais de peixe apresentam a característica de proteção física contra agentes externos, um benefício importante nesses casos pois a proximidade com o ânus faz com que haja contato da região da sutura com as fezes do paciente predispondo a contaminação (MAGNUSSON *et al.*, 2017; FOSSUM, T. W., 2019).

Outra possibilidade detectada foi o uso da pele de tilápia como xenoenxerto pós ressecções tumorais quando não há possibilidade de fechamento primário. Kienzle (2022) relatou o tratamento de um Labrador Retriever que após a remoção de mastocitoma em pata gerou um defeito cutâneo extenso que não era possível aproximar os bordos da lesão e as possibilidades de anaplastias eram escassas. Dessa forma, a área que não foi possível o fechamento primário optou-se pelo uso da pele de tilápia como curativo oclusivo, resultando em excelente cicatrização final. Naghi *et al* (2023) estudou a aplicação de pele de peixe de bacalhau em 5 cães que haviam passado por excisões de tumores que resultaram em feridas traumáticas extensas em extremidades distais de patas. O tratamento com o derivado de peixe resultou na cicatrização completa sem relatos de efeitos adversos nos 5 animais estudados.

Dentre as espécies estudadas no escopo, tem-se destaque para os equídeos. O primeiro estudo da aplicação veterinária da pele de tilápia publicado na literatura científica foi em equinos, e dos 6 estudos encontrados, 4 são experimentos científicos/ensaios clínicos (2 em cavalos e 2 em asnos). Também foi a categoria que apresentou maior número de animais por estudo. Em equídeos existe uma grande prevalência de formação de tecido de granulação exuberante (TGE) após lesões traumáticas. Essa complicação gera formação excessiva de fibrose que impede a coaptação das bordas. Assim, é um grande desafio nessas espécies o manejo terapêutico de lesões cutâneas, que por vezes, evoluem para feridas crônicas, exigindo tratamentos longos e de alto custo. O uso da pele de tilápia nesses animais apresentou além dos benefícios observados em estudos pré-clínicos e em humanos (como cicatrização mais rápida e redução da necessidade de curativos), a grande vantagem de diminuir a formação de TGE. A redução da necessidade de trocas de curativo gerou diminuição do estresse e do manejo pelas equipes

veterinárias. Nos estudos também foi possível observar uma predominância de lesões nas porções distais dos membros dos equídeos, provavelmente por ser uma área de alta susceptibilidade à traumas e por ser uma região com menor vascularização quando comparadas às regiões com grupos musculares mais robustos que gera mais complicações no processo cicatricial e maior chance de virar ferida crônica (COSTA, B. O. 2023; SILVA, S. C., 2022; IBRAHIM, A. *et al.*, 2020).

Gatos domésticos apresentam alta prevalência de lesões decorrentes de acidentes, principalmente por fugas do domicílio responsável. Esse fator é agravado pela habilidade dos felinos em escalar que pode resultar em graves acidentes por quedas. Catalkaya *et al.* (2022) realizou um estudo retrospectivo que revelou que a queda de alturas elevadas é uma das causas mais comuns de trauma em gatos domésticos podendo representar até 50% das lesões traumáticas na espécie, estando atrás apenas das decorrentes de atropelamento. Nas quedas de grandes altitudes é comum que o paciente fique politraumatizado, uma das consequências mais prevalentes é a disjunção de sínfise mandibular com lesões cutâneas na região mentoniana. Machado (2021) *et al.* e De Jesus Lima, De Castro e De Lima (2024) relataram uso da pele de tilápia para cicatrização de lesões em mento associadas à disjunção de sínfise mandibular em gatos associadas à traumas. Ambos descreveram que ocorreu cicatrização completa com uso do biomaterial de tilápia. Kienzle (2022) relatou o uso da pele de tilápia na reepitelização de feridas em 2 gatos: um por desenlramento em membro pélvico por acidente após fuga e um por desenlramento de cauda ao escalar um portão e ficar preso pela cauda.

Raymundo, *et al.* (2025) descreveu o uso da pele de tilápia em um felino com esporotricose, doença fúngica zoonótica, em lesão traumática. Esse caso revelou o potencial regenerativo mesmo em feridas complicadas, pois no relato o paciente possuía diversos fatores que restavam a cicatrização: uma patologia infecciosa cutânea e a lesão como exposição óssea e necrose. O xenoinxerto aderiu bem ao leito da ferida, conferiu proteção e menor exposição do ferimento. A cicatrização completa ocorreu em 21 dias, evitando amputação do membro e restabelecendo a sua função.

Costa et al. (2019) e Lima-Júnior (2020c) publicaram estudos do uso da pele de tilápia no tratamento de queimaduras em crianças, que se demonstrou seguro e eficaz. De Witt e Bester (2025) relataram a utilização da pele de tilápia fresca e conservada em glicerol para tratar um felino de apenas 4 semanas de idade e 400 gramas de peso corporal com queimaduras graves de terceiro grau que atingiam mais de 30% da superfície corporal e obteve sucesso na cicatrização das lesões e reestabelecimento da saúde geral do paciente. Machado. *et al.* (2021) também descreveu uso em filhote de 4 meses, mas em lesão traumática. Isso demonstra que o biomaterial tem aplicabilidade na pediatria tanto da medicina humana quanto veterinária; em queimaduras seu uso pode ser ainda mais importante, pois pacientes pediátricos no geral apresentam maior susceptibilidade à desidratação, e a pele de tilápia por ter propriedades oclusivas protege contra essa complicação.

COSTA, B. O. et al. (2023) relatou o uso da pele de tilápia em animais silvestres para tratamento de queimaduras após o incêndio no Pantanal. É importante observar que houve grande predominância de lesões nas porções mais distais dos membros e nas porções ventrais do corpo. Esse padrão também foi observado nos animais resgatados após o incêndio na Califórnia). Isso se deve a forma de distribuição do fogo no solo que acaba por ter maior proximidade com essas regiões relatadas (LIEU, A., 2018; QUINTON, A., 2018; G1 CEARÁ, 2018).

Na medicina veterinária, diferentemente da prática humana, a manutenção do curativo biológico oclusivo representa um desafio terapêutico adicional. Devido ao comportamento natural das espécies, há uma alta taxa de autotrauma e tentativa de remoção mecânica do xenoenxerto, o que exige métodos de fixação mais eficientes. Isso pode favorecer que ocorram autotraumas ou que os enxertos não permaneçam na lesão pelo período determinado. Mesmo que não ocorra o estímulo do animal retirar o curativo, pela própria movimentação e comportamento natural de determinadas espécies pode fazer com que haja um desafio extra na sua permanência. Dessa forma, alguns estudos do presente escopo criaram soluções para melhorar a fixação da pele de tilápia no local das lesões em animais. Ao invés de apenas aposicionar o xenoenxerto acima das lesões e cobrir com curativo comum, diversos autores utilizaram colas cirúrgicas (KIENZLE, M.

2022, COSTA, B. O. et al.,2023), realização de suturas (ALENCAR, M.K.F. et al. 2022; SANTOS, T. S.; ALENCAR, C. L. M. ,2021; LOPES, I.C. A., 2025) ou bandagens tie-over (CHOI, C. et al.2021).

Khan et al. (2025) comparou o tratamento de feridas em caninos com pele de tilápia com e sem sutura cirúrgica. Os cães do grupo tratado sem o auxílio de suturas apresentaram cicatrização mais rápida que o grupo com fixação por suturas. Isso pode nos indicar que muito embora possa haver a necessidade de melhorar a fixação do biomaterial em algumas espécies, essas técnicas podem prejudicar o desempenho do biomaterial, sendo necessários estudos com números mais robustos comparando essas técnicas de aplicação para confirmação de possíveis diferenças estatísticas.

Um fator muito relevante que se observou na maioria dos estudos da veterinária foi a redução da necessidade de trocas de curativo (que também foi observado nos estudos em humanos). Essa característica dos curativos biológicos da pele de tilápia e seus derivados conferem uma série de benefícios, pois ajuda na redução de custos totais do tratamento, aumenta o bem-estar e diminui o estresse por menor manipulação do animal doente.

Isso é ainda mais relevante na medicina veterinária quando se trata de animais silvestres ou até mesmo animais domésticos que sejam muito reativos a manipulação, pois muitas vezes há a necessidade de sedação ou até anestesia geral para que se consiga realizar a troca de curativos. Assim, há a diminuição dos riscos e dos custos inerentes de procedimentos anestésicos. Também se observa uma diminuição do trabalho da equipe veterinária. Alguns estudos usaram os biomateriais da tilápia em espécies como ursos, leões e lobos, que representam potencial de acidentes fatais para os veterinários, biólogos e tratadores envolvidos no cuidado com o animal, de forma que toda vez que se reduz a necessidade de manipulação seja por troca de curativo ou para anestesiá-lo, há redução dos riscos de acidente e de morte da equipe.

Quando se trata de animais silvestres a redução do tempo de cicatrização e das necessidades de troca de curativo podem ser ainda mais importantes. Esses animais podem apresentar níveis de estresse extremamente elevados por não serem habituados

a manipulação, isso pode interferir negativamente no estado geral de saúde do animal. Ainda existe uma condição comum entre animais selvagens que é a miocardite por captura induzida por estresse, que frequentemente pode levar à óbito. Um exemplo dessa importância na veterinária de silvestres é o caso de uma das ursos resgatadas no incêndio da Califórnia, pois ela estava gestante e era necessário que sua soltura fosse o mais breve possível, pois se o parto ocorresse no confinamento havia maior probabilidade da urso rejeitar o filhote devido ao estresse do confinamento. Outra vantagem da pele de tilápia descrita no episódio do incêndio da Califórnia foi o caso do leão da montanha que chegou a ingerir o biomaterial, foi observado que o material se degradava, diferente dos curativos tradicionais que se ingeridos podem levar à obstrução gastrointestinal (LIEU, A., 2018; QUINTON, A., 2018; G1 CEARÁ, 2018; BREED, D. *et al*, 2019).

Os estudos feitos até o momento demonstram também o potencial translacional da pele de tilápia em seus termos mais amplos, tanto pelo conceito inicial da ideia de levar descobertas da bancada para aplicação clínica em paciente reais (bancada e animais de laboratório para uso aplicado), quanto em termos mais recentes que adotam a ideia de que o termo translacional também pode ser usado quando a transferência de resultados entre espécies (modelo animal para humano ou vice-versa) em contextos diferentes da medicina regenerativa são possíveis (WOOLF, 2008).

É importante ressaltar que uma revisão de escopo apresenta limitações, embora ela seja importante para mapear extensões e sintetizar dados da literatura, ela apresenta características que restringem a afirmação de dados específicos. Porém, ela é importante para abordar temas amplos e emergentes como o uso terapêutico da tilápia e seus derivados na medicina veterinária e é indicada como passo anterior à realização de revisões sistemáticas com meta-análise, que estão no topo da pirâmide da evidência científica, para definição concreta de diretrizes e aplicações baseadas em evidência científica robusta. A revisão sistemática é recomendada para responder perguntas bem específicas com foco em evidências bem delimitadas e geralmente não recomendam uso de literatura cinzenta, por isso não seria o tipo de estudo mais indicado para responder à pergunta de pesquisa do presente trabalho.



## 6 CONCLUSÃO

Baseado nessa revisão conclui-se que a pele de tilápia é um biomaterial efetivo e inovador não apenas na medicina humana (área que já está fortemente consolidada com estudos clínicos randomizados robustos), mas também na medicina veterinária com aplicações em diversas espécies e variadas etiologias de lesões, sem relatos de efeitos adversos ou reações de sensibilização. Isso demonstra o potencial translacional dos derivados da pele de tilápia.

Porém, embora o uso da pele de tilápia tenha demonstrado excelentes resultados em diversas aplicações na veterinária, ainda há heterogeneidade metodológica e predominância de relatos de caso e estudos experimentais com número pequeno de animais, o que evidencia a necessidade que mais pesquisas sejam feitas no futuro com ensaios clínicos randomizados, com padronização nos protocolos de processamento e aplicação do xenoinxerto e com número mais robusto para consolidar diretrizes do seu uso na medicina veterinária e para um melhor entendimento dos efeitos.

## REFERÊNCIAS

ALAM, K; JEFFERY, S. L.A. Acellular fish skin grafts for management of split thickness donor sites and partial thickness burns: a case series. **Military medicine**, v. 184, n. Supplement\_1, p. 16-20, 2019.

ALENCAR, M. K. A. et al. Utilização da pele de tilápia liofilizada (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico heterólogo e oclusivo em um cão com lesão cutânea traumática. **Tópicos em sanidade de cães e gatos**, Volume 4, p.50-72, 2022.

ALVES, A. P. N. N. et al. Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Queimaduras**, v. 14, n. 3, p. 203-210, 2015.

ALVES, A.P.N.N. et al. Study of tensiometric properties, microbiological and collagen content in Nile tilapia skin submitted to different sterilization methods. **Cell and Tissue Bank**. n.19, p.373-382, 2018.

AMALSADVALA, T.; SWAIN, S.F. Management of hard-to-heal wounds. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**. v. 36, n. 4, p. 693-711, 2006.

ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005.

BADOIS, N. et al. Acellular fish skin matrix on thin-skin graft donor sites: a preliminary study. **Journal of Wound Care**, v. 28, n. 9, p. 624-628, 2019.

BALSA, I.M.; CULP, W.T.N. Wound Care. **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice**. n.4, p.1-17, 2015.

BREED, D. et al. Conserving wildlife in a changing world: Understanding capture myopathy—A malignant outcome of stress during capture and translocation. **Conservation Physiology**, v. 7, n. 1, p. 21-27, 2019.

CATALKAYA, E. et al. Clinical and etiologically evaluation of cats with high-rise syndrome: assessment of 72 cases (A retrospective study). **Veterinary Journal of Mehmet Akif Ersoy University**, v. 7, n. 1, p. 20-25, 2022.

CARDOSO, R. R. et al. Positive Effect of Peptides Obtained from Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) on Inflammation Regulation and Wound Healing. **Cosmetics**, v. 11, n. 133, 2024.

CHOI, C. et al. Use of a tilapia skin xenograft for management of a large bite wound in a dog. **Canadian Veterinary Journal**, v. 62, p. 574-578, 2021.

COSTA, B.A. et al. Use of Tilapia Skin as a Xenograft for Pediatric Burn Treatment: A Case Report. **Journal of Burn Care & Research**. v.40, n.5, p. 714-717, 2019.

COSTA, B. O. et al. Utilização da pele de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) como xenoenxerto em um equino com ferimento traumático. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 48, p. 506, 2020.

COSTA, J. Q. **Tratamento de ferida aberta em cães com o uso de curativo biológico com pele de tilápia**. 2022. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária) - IFPB, Sousa, 2022.

DE BRITO ROMANZINI, G.; DA COSTA, C. P. Cultivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede: uma revisão de literatura. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 6, n. 13, p. 783-797, 2023.

DE WITT, A.; BESTER, E. G. Fresh tilapia fish skin graft treatment of severe skin burns in a cat. **Veterinary Record Case Reports**, v. 13, n. 1, p. e1015, 2025.

DIAS, M. T. P. M. et al. Tilapia fish skin as a new biologic graft for neovaginoplasty in Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser syndrome: a video case report. **Fertility and Sterility**, v. 112, n. 1, p. 174-176, 2019a.

DIAS, M. T. P. M. et al. Neovaginoplasty for radiation-induced vaginal stenosis using Nile Tilapia Fish Skin as a biological graft. **Journal of surgical case reports**, v. 2019, n. 11, p. rjz311, 2019b.

DIAS, M. T.P M. et al. Neovaginoplasty using Nile tilapia fish skin as a new biologic graft in patients with Mayer-Rokitansky-Küster-Hauser syndrome. **Journal of minimally invasive gynecology**, v. 27, n. 4, p. 966-972, 2020.

ERWIN, E. et al. Subjective and objective observation of Tilapia skin as auto skin graft dressing in cats. **Open Veterinary Journal**, v. 13, n. 10, p. 1346–1351-1346–1351, 2023.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Rome: FAO, 2022.

FAHIE, M.A.; SHETTKO, D. Evidence-Based Wound Management: A Systematic Review of Therapeutic Agents to Enhance Granulation and Epithelialization. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. n. 37, p. 559-577, 2007.

FOSSUM, Theresa Welch. *Cirurgia de pequenos animais*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

FREISE, K. J. et al. Evidence-based medicine: the design and interpretation of noninferiority clinical trials in veterinary medicine. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, n. 6, p. 1305-1317, 2013.

**Fundo Monetário Internacional.** *World Economic Outlook Database: Country Groups and Aggregates.* Washington, DC: International Monetary Fund. Disponível em: <https://www.imf.org/en/publications/weo/weo-database>. Acesso em 23/02/2026.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757–768, 2017.

HOSNY, O. H. et al. Beneficial Effects of Tilapia Fish Skin on Excisional Skin Wound Healing in a Type I Diabetic Rat Model. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, v. 113, n. 1, p. e35524, 2025.

HUSSEIN, K. H. et al. Comparative evaluation of fresh and lyophilized Nile tilapia fish skin for enhancing wound healing in a donkey model. **Veterinary Research Communications**, v. 49, n. 5, p. 262, 2025.

IBRAHIM, A. et al. Evaluation of fish skin as a biological dressing for metacarpal wounds in donkeys. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 472, 2020.

JONES; C.A.; LIPSCOMB, V.J. Indications, complications, and outcomes associated with subdermal plexus skin flap procedures in dogs and cats: 92 cases (2000–2017). **Journal of the American Veterinary Medical Association**. v.255, n.8, p.933-938, 2019.

JONES, F. **Na pele da tilápia.** Revista Pesquisa Fapesp. 2023. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/na-pele-da-tilapia/> Acessado em: 15/01/26

JUNIOR, E. M. L. et al. Uso da pele de tilápia do Nilo em medicina regenerativa: Status atual e perspectivas futuras. **Rev Bras Queimaduras**, v. 19, n. 1, p. 78-83, 2020.

JÚNIOR, E. M. L. et al. Linha do tempo da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na medicina regenerativa moderna: Da bancada ao paciente. **Rev Bras Queimaduras**, v. 22, n. 2, p. 41-46, 2023.

KHAN, K. A. et al. Clinical study on wound healing properties of Nile tilapia fish skin as biological dressing in dogs. **PLoS One**, v. 20, n. 2, p. e0286864, 2025.

LEONTSINIS, C. M. P. et al. Elaboração de um protocolo para implementação e funcionamento do primeiro banco de pele animal do Brasil: Relato de experiência. **Revista Brasileira de Queimaduras**. v.17, n.1, p. 66-71, 2018.

Lieu, A. Bears burned in California wildfires are being healed with fish skin, Nova York, 25, janeiro. 2018. Disponível em: <https://nypost.com/2018/01/25/bears-burned-in-california-wildfires-are-being-healed-with-fish-skin/>. Acesso em: 15/01/2026.

LIMA JÚNIOR, E. M. et al. Characterization of the microbiota of the skin and oral cavity of *Oreochromis niloticus*. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 4, n. 3, p. 193-197, 2016.

LIMA-JÚNIOR, E. M. **Avaliação pré-clínica da pele da Tilápia (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico oclusivo no tratamento de queimaduras**. Dissertação (Mestrado em Farmacologia), Universidade Federal do Ceará, 2017.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras. **Revista Brasileira de Queimaduras**. v.16, n.1, p.10-17, 2017.

LIMA-JUNIOR, E. M. et al. Innovative treatment using tilapia skin as a xenograft for partial thickness burns after a gunpowder explosion. **Journal of surgical case reports**, v. 2019, n. 6, p. rjz181, 2019a.

LIMA JÚNIOR, E. M. et al. Elaboração, desenvolvimento e instalação do primeiro banco de pele animal no Brasil para o tratamento de queimaduras e feridas. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 34, p. 349-354, 2019b.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Tratamento de queimaduras de segundo grau profundo em abdômen, coxas e genitália: uso da pele de tilápia como um xenoenxerto. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**. v.35, n. 2, p. 243-248, 2020a.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Lyophilised tilapia skin as a xenograft for supercial partial thickness burns: a novel preparation and storage technique. **Journal of Wound Care**. v. 29, n.10, p. 598- 602, 2020b.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Pediatric Burn Treatment Using Tilapia Skin as a Xenograft for Superficial Partial-Thickness Wounds: A Pilot Study. **Journal of Burn Care & Research**. v.41, n. 2, p. 241-247, 2020c.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Innovative Burn Treatment Using Tilapia Skin as a Xenograft: A Phase II Randomized Controlled Trial. **Journal of Burn Care & Research**. v. 41, n. 3, p. 585-592, 2020d.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. A Randomized Comparison Study of Lyophilized Nile Tilapia Skin and Silver-Impregnated Sodium Carboxymethylcellulose for the Treatment of Superficial Partial-Thickness Burns. **Journal of Burn Care & Research**. v.42, n.1, p. 41-48, 2021a.

LIMA-JÚNIOR, E. M. et al. Nile Tilapia Fish Skin–Based Wound Dressing Improves Pain and Treatment-Related Costs of Superficial Partial-Thickness Burns: A Phase III Randomized Controlled Trial. **Plastic and Reconstructive Surgery**. v.147, n. 5, p.1189-1198, 2021b.

LIMA JÚNIOR, E. M. et al. Pele de tilápia como Xenoinjerto Biológico em Queimaduras: Da pesquisa científica à prática clínica. **Revista argentina de quemaduras**, v.35, n. 2, 2025.

LIMA-VERDE, M.E.Q. et al. Nile Tilapia Fish Skin, Scales, and Spine as Naturally Derived Biomaterials for Tissue Regeneration. **Current Oral Health Reports**. n.7, p. 335-343, 2020.

LIMA-VERDE, M.E.Q. et al. Nile tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) for burn treatment: ultrastructural analysis and quantitative assessment of collagen. **Acta Histochemica**. n. 123, p.1-8, 2021.

LIU, Z. et al. Decellularized tilapia fish skin: A novel candidate for tendon tissue engineering. **Materials Today Bio**, v. 17, p. 100488, 2022.

LOPES, I.C.A. **Utilização da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como tratamento adjuvante na cicatrização de feridas cutâneas**. 2025. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Centro de Ciências Veterinárias, Faculdade Metropolitana de Anápolis, 2025.

LOPES, M.A.I. **Abordagem e manejo médico-cirúrgico de feridas abertas em cães e gatos: caracterização etiológica e estudo de padrões traumáticos**. 2016. 103p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, 2016.

MACHADO, F. L. et al. Uso de pele de tilápia em disjunção de sínfise mandibular em felino: Relato de caso. **Pubvet**, v. 15, n. 5, p. 1-8, 2021.

MAGNUSSON, S. et al. Regenerative and antibacterial properties of acellular fish skin grafts and human amnion/chorion membrane: implications for tissue preservation in combat casualty care. **Military Medicine**, v. 182, n. suppl\_1, p. 383-388, 2017.

MANFREDI, G.G.P. *et al.* The use of Nile Tilapia skin as an occlusive biological dressing for palatal wound healing: A case series. **Research, Society and Development**. v.10, n.8, p. 1-7, 2021.

MANZOOR, A. et al. Nile tilapia skin as dermal wound healing promoters in cats. **Indian J Anim Res**, 2025.

MARTINS, C. B. et al. Desenvolvimento de uma matriz acelular de pele tilápia para tratamento de feridas: Um estudo experimental. **Rev Bras Queimaduras**, v. 22, n. 2, p. 47-54, 2023.

MELO, M. S. et al. Enxerto de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em reparo de úlcera em córnea de cão: relato de caso. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 1, p. 367-375, 2022.

MELO, M. S. **Uso de uma matriz dérmica acelular derivada da Pele da Tilápia (*Oreochromis Niloticus*) no tratamento de úlceras de reparo cirúrgico em córnea de cães**. 2023. Dissertação (Mestrado em Medicina Translacional), Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023a.

MELO, M. S. et al. Uso de curativo oclusivo de pele de tilápia em perfuração corneal com luxação e extravasamento do cristalino em filhote de cão: relato de caso. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 11, p. 20142-20149, 2023b.

MELO, M.S. et al. MATRIZ DÉRMICA ACELULAR DE PELE DE TILÁPIA EM REPARO CORNEAL DE FELINO: RELATO DE CASO. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 397-402, 2023c.

MELO, M. S. et al. Reestabelecimento da visão de um cão utilizando matriz dérmica acelular de pele de tilápia: ceratoplastia após remoção de flap conjuntival. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, p. e74179-e74179, 2024a.

MELO, M. S. et al. Pele de tilápia como enxerto no reparo de úlceras corneanas com derivados biotecnológicos em cães. **Ciência Animal**, v. 34, n. 2, p. 152 a 158-152 a 158, 2024b.

MELO, M. S. et al. Avanços na oftalmologia veterinária: Matriz proteica acelular da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na recuperação de úlceras de córnea em cães e gatos. **Lumen et Virtus**, v. 15, n. 39, 2024c.

MESQUITA, Francisco José Cabral. **Matriz descelularizada (*Scaffold*) de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como substituto da túnica albugínea para cirurgias penianas reconstitutivas em ratos Wistar (*Rattus norvegicus*)**. 2025. 50 f. Tese (Doutorado em Ciências Médico-Cirúrgicas) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/83521>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MONTE, T. M. et al. Outcomes of Apert Syndrome Hand Reconstruction With Tilapia Skin: A Prospective Study. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 34, n. 7, p. 2030-2033, 2023.

NAGHI, Rachel et al. Acellular fish skin may be used to facilitate wound healing following wide surgical tumor excision in dogs: a prospective case series. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 261, n. 10, p. 1547-1554, 2023.

OLIVEIRA, M. S. de. Descrição do microbioma de neovagina construída com pele de tilápia. 2025.

OLIVEIRA, M. **A vez da Tilápia**. Revista Pesquisa Fapesp. 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-vez-da-tilapia/> Acessado em: 15/01/26

PAVLETIC, M. **Atlas of Small Animal Wound Management and Reconstructive Surgery**. 4. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2018.

PEREIRA, F. de C. M.; DA SILVA, C. A.; DE FREITAS BONFANTI, A. P. Pele de tilápia, curativo biológico, uma alternativa para queimaduras. **Revista Feridas**, n. 41, p. 1491-1495, 2020.

PU, Xinyue; QU, Yan. A study on the delayed effect of tilapia skin collagen on skin aging for mice and its possible mechanism. **Journal of cosmetic dermatology**, v. 22, n. 12, p. 3436-3444, 2023.

QABAZARD, T.; AL-SAYEGH, H. Novel Use Of Nile Tilapia Fish (*Oreochromis Niloticus*) Skin As Xenograft In Zoological Species. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 55, n. 3, p. 827-837, 2024.

QUINTON, Amy. Bears burned in California wildfires healed with fish skins, released to wild. Davis: University of California, Davis, 24 jan. 2018. Disponível em: <https://www.ucdavis.edu/news/bears-burned-wildfires-healed-fish-skins-released-wild>.

RODASKI, S.; NARDI, A. B. Quimioterapia antineoplásica em cães e gatos. 3. ed. São Paulo: **Medvet Livros**, p.305, 2008.

RODRIGEZ, A.H, et al. Male-to-Female Gender-Affirming Surgery Using Nile Tilapia Fish Skin as a Biocompatible Graft. **Journal of Minimally Invasive Gynecology**. v.27, n.7, p. 1474-1475, 2020.

SANTOS, T. S.; ALENCAR, C. L. M. Utilização da pele da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo oclusivo biológico em feridas cutâneas de cães e gatos. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, 2021.

SAKUMA, C.H. et al. Estudo clínico sobre aplicação do retalho cutâneo pediculado em cirurgia oncológica no cão. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. n.40, Supl.1, p. 32-37, 2003.

SCHALLBERGER, S.P.; STANLEY, B.J.; HAUPTMAN, J.G. Effect of porcine small intestinal submucosa on acute full-thickness wounds in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 37, n. 6, p. 515-524, 2008.

SHANG, Yuli et al. Tilapia skin collagen composite: A promising candidate in the modulation of bone regeneration. **Dental Materials Journal**, v. 44, n. 6, p. 705-715, 2025.

SILVA, S. C. et al. Uso da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico oclusivo em feridas de equinos: nota prévia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 56, n. 4, e154079, 2019.

SILVA, S. M. **Utilização de agente de reticulação em matriz descelularizada (SCAFFOLD) de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para o desenvolvimento de biomaterial com aplicação em medicina regenerativa**. 2023. 95 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Medicina Translacional) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/74033>.

STEFANOS, R.; GRAZIELLA, D.; GIOVANNI, T. Methodological aspects of superiority, equivalence, and non-inferiority trials. **Internal and Emergency Medicine**, v. 15, n. 6, p. 1085-1091, 2020.

SLONGO, H. et al. Tilapia skin for neovaginoplasty after sex reassignment surgery. **Journal of Minimally Invasive Gynecology**, v. 27, n. 6, p. 1260, 2020.

SOARES, Guilherme Costa et al. Evaluation of the healing potential of Nile tilapia skin collagen in traumatic oral ulcers in male rats. **Archives of Oral Biology**, v. 155, p. 105793, 2023.

SUN, L. et al. Effects of cross-linking on mechanical, biological properties and biodegradation behavior of Nile tilapia skin collagen sponge as biomedical material. **Journal of Mechanical Behavior of Biomedical Materials**. v. 80, p.51-58, 2018.

SUN, Leilei et al. Comprehensive assessment of Nile tilapia skin collagen sponges as hemostatic dressings. **Materials Science and Engineering: C**, v. 109, p. 110532, 2020.

SOUZA, Rodrigo Becco de. **Avaliação histológica e imunohistoquímica de crânios e envoltórios de ratos Wistar submetidos à craniectomia e aposição de matriz dérmica acelular de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) sobre a dura-máter**. 2025. Tese (Doutorado em Medicina Translacional) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

TANG, J.; SAITO, T. Biocompatibility of Novel Type I Collagen Purified from Tilapia Fish Scale: An *In Vitro* Comparative Study. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1-8, 2015.

THEORET, C.; SCHUMACHER, J. **Equine wound management**. 3. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2009.

TORRISI, A. C. et al. Pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico no tratamento de queimaduras: relato de caso. **Anais da Faculdade de Medicina de Olinda**, v. 1, n. 2, p. 65-68, 2018.

TRICCO, A. C. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of internal medicine**, v. 169, n. 7, p. 467-473, 2018.

TORRES, A. T. S. et al. Neovaginoplasty with tilapia fish skin: a series of eleven cases. **International urogynecology journal**, v. 33, n. 8, p. 2185-2193, 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Pele de tilápia será levada ao espaço para testes em projeto da NASA. Fortaleza: UFC, 9 maio 2019. Disponível em: <https://www.ufc.br/noticias/12916-pele-de-tilapia-sera-levada-ao-espaco-para-testes-em-projeto-da-nasa>. Acesso em: 25 fev. 2026.

WOOLF, S. H. The meaning of translational research and why it matters. **JAMA**, v. 299, n. 2, p. 211–213, 2008.

WHITE, R. The aetiology and classification of wounds and skin deficits. *Manual of Canine and Feline Wound Management and Reconstruction* (Fowell, D., y J. Williams, eds.). BSAVA. Gloucester, Reino Unido, p. 5-11, 1999.

ZIMBA, B. L. et al. Utilizing tilapia fish skin biomaterial for burn wound dressing: A systematic review. **Scientific African**, v. 24, e02245, 2024.

## ANEXOS

### Anexo I

Tabela 3: Resumo dos dados sobre os estudos encontrados no uso de pele de tilápia em animais silvestres.

Artigo	País	Tipo de pesquisa	Espécie/ n	Tipo da pele de tilápia	Objetivo	Local de aplicação do biomaterial	Desfecho
ARUN; PATIL; SHRIKRISHNA, 2022	Índia	Relato de caso	Urso-beiçudo ( <i>Melursus ursinus</i> )	pele in natura (tratada com clorexidina, iodopovidona e metronidazol)	Relatar uso de pele de tilápia no tratamento de ferimento grave causado por armadilha de caça em um urso-beiçudo	Ferida traumática grave no membro anterior (região metacarpal) causada por armadilha	O enxerto apresentou boa aderência e não foram observadas infecções secundárias ou inflamação na superfície. Após 14 dias da aplicação, o curativo foi removido e observou-se que o biomaterial havia sido parcialmente absorvido e havia formação de tecido de granulação. Após cerca de 6 semanas ocorreu cicatrização completa.
COSTA et al., 2023	Brasil	Relatos de caso	1 veado-catingueiro, 1 sucuri, 1 tamanduá-bandeira, 1 anta e 1 quati	pele liofilizada (protocolo UFC*)	Descrever uso da pele de tilápia liofilizada no tratamento de queimaduras em fauna silvestre resgatada em missão humanitária nos incêndios do Pantanal	Lesões por queimaduras em diversas regiões do corpo (principalmente regiões distais de membros)	Aumento dos índices de sucesso no tratamento das queimaduras dos animais resgatados devido à eficácia do biomaterial na cicatrização das lesões e da redução da necessidade de trocas de curativos, especialmente útil em silvestres
QABAZARD, AL-SAYEGH, 2024	Kuwait	Série de casos	animais silvestres: 1 marabu ( <i>Leptoptilos crumenifer</i> ), 1 babuíno ( <i>Papio anubis</i> ), 1 lobo ( <i>Canis lupus</i> ) e 1 leão ( <i>Panthera leo</i> )	Pele conservada em glicerol (baseada na patente original da pesquisa de tilápia (WO 2017/035615A11))	Relatar a eficácia da pele de tilápia como tratamento em feridas diversas em animais silvestres.	Feridas cutâneas de espessura total em diversas localizações (orelha, região carpal, joelho e porção proximal da asa)	Reepitelização completa das lesões em todas as espécies tratadas, com redução do estresse devido à menor necessidade de manejo

## Anexo II

Tabela 4: Resumo dos dados sobre os estudos encontrados no uso da pele de tilápia em equídeos.

Artigo	País	Tipo de pesquisa	Espécie/ n	Tipo da pele de tilápia	Grupo controle	Grupo tratamento	Objetivo	Local de aplicação do biomaterial	Conclusão
SILVA et al., 2019	Brasil	Relato de caso/ Short Communication	2 equinos machos adultos (Mangalarga Marchador)	Pele frescas foram desinfetadas com clorexidina aquosa, congeladas e rehidratadas em solução salina antes do uso clínico	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Avaliar o uso da pele de tilápia como curativo biológico oclusivo em feridas de equinos	Feridas crônicas em membro distal e costas	A pele de tilápia atuou como fator oclusivo, melhorou o processo de cicatrização (com redução da área lesionada e da formação de tecido de granulação exuberante). Também aumentou o intervalo de trocas de curativo de a cada dois dias para uma semana.
IBRAHIM et al., 2020	Egito	Estudo experimental	9 asnos	Pele fresca esterilizada com nanopartículas de prata	Feridas excisionais nos metacarpos esquerdos dos asnos foram cobertas com curativos não aderentes estéreis sem aplicação de produto tópico	Feridas excisionais nos metacarpos direitos dos asnos cobertas com curativo de pele de tilápia	Avaliar a eficácia da pele de tilápia como curativo biológico em feridas de espessura total metacarpais em asnos	Lesões induzidas (excisionais) no metacarpo	A pele de tilápia acelerou a cicatrização, reduziu a carga bacteriana e diminuiu a formação de tecido de granulação exuberante
COSTA et al., 2020	Brasil	Relato de caso	1 equino macho (SRD, 27 anos)	Pele conservada em glicerol (protocolo UFC*)	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar o tratamento de ferida traumática em equino com curativo de pele de tilápia	Lesão traumática em membro anterior distal de cavalo	Houve redução da formação de tecido de granulação exuberante durante o processo cicatricial. O xenoenxerto de tilápia promoveu reepitelização completa da lesão com resultado cosmético e funcional satisfatório
SILVA, 2022	Brasil	Experimental / Clínica (Dissertação de Mestrado)	2 equinos (estudo piloto)	Pele de Tilápia (Curativo oclusivo)	N/A (Estudo de caso)	N/A (Estudo de casos)	Avaliar o uso da pele de tilápia como curativo biológico oclusivo em feridas crônicas.	Feridas nos membros distais.	O uso da pele de tilápia é viável e auxilia na redução do tempo de cicatrização em feridas de difícil resolução.
COSTA, 2023	Brasil	Experimental / Clínica (Tese de Doutorado)	12 equinos (divididos em grupos)	Pele de Tilápia do Nilo (Xenoenxerto)	Uso de Colagenase	Pele de Tilápia	Avaliar a eficácia da pele de tilápia como xenoenxerto em úlceras traumáticas de equinos.	Membros locomotores (Feridas traumáticas)	A pele de tilápia mostrou-se superior no controle da dor e na velocidade de cicatrização inicial em relação ao tratamento convencional.
HUSSEIN et al., 2025	Egito	Estudo experimental	5: em cada animal eram realizadas 3 feridas excisionais em cada lado da coluna (totalizando 6 lesões) que eram divididas em 3 grupos (controle, pele in natura e pele liofilizada)	Pele fresca e pele liofilizada	Solução salina (controle negativo)	2 grupos: um tratado com pele fresca e outro com pele liofilizada	Avaliar eficácia da pele de tilápia em promover cicatrização de lesões cutâneas em asnos e observar as diferenças da sua utilização in natura e liofilizada.	Lesões cutâneas excisionais em dorso	A pele liofilizada mostrou maior deposição de colágeno e foi capaz de promover a contração e reepitelização da ferida de forma rápida do que o grupo controle e do que o grupo tratado com a pele fresca. Assim, demonstrou-se que a pele de tilápia liofilizada é um biomaterial promissor e econômico para tratamento de feridas em asininos.

### Anexo III

Tabela 5: Resumo dos dados sobre os estudos encontrados no uso da matriz acelar de pele tilápia (*scaffold*) na área de oftalmologia veterinária.

Artigo	Tipo de pesquisa	Espécie/ n	Tipo da pele de tilápia	Grupo controle	Grupo tratamento	Objetivo	Local de aplicação do biomaterial	Conclusão
MELO et al., 2022	Relato de caso	1 cão (Shih Tzu, 3 anos)	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Avaliar a aplicabilidade da matriz acelar de pele de tilápia no tratamento cirúrgico de úlcera profunda em um cão	Úlcera corneana	A matriz acelar de tilápia promoveu cicatrização da úlcera, preservando a transparência natural da córnea e a funcionalidade visual do olho acometido.
MELO et al., 2023	Estudo experimental clínico (Dissertação)	60 cães	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	2 grupos controles: 1º- 20 cães tratados com flap conjuntival pediculado 2º- 20 cães tratados com membrana comercial Vetrix®	20 cães tratados com matriz descelarizada de pele de tilápia	Avaliar o uso da matriz dérmica acelar de pele da Tilápia na reparação de úlceras profundas de córnea em cães em comparação às técnicas tradicionais	Úlceras corneanas profundas	A matriz acelar de tilápia foi segura e eficaz na reparação das úlceras de córnea, apresentando parâmetros clínicos equivalentes às técnicas tradicionais, porém com tempo de recuperação e alta médica mais rápidos.
MELO et al., 2023	Relato de caso	1 cão (Shih Tzu, 4 meses)	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Descrever uso do biomaterial no reparo tecidual em perfuração corneana grave associada a luxação e extravasamento de cristalino em filhote canino	Perfuração corneana com extravasamento do cristalino	Reestruturação corneana e recuperação funcional do olho com reestabelecimento da visão
MELO et al.2023	Relato de caso	1 gato (SRD, 4 anos)	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Implementar técnica de uso da matriz dérmica acelar de tilápia como enxerto no tratamento de úlcera corneal em gato, com base na metodologia realizada anteriormente em cães.	Úlcera corneana	Cicatrização eficiente, boa transparência da córnea como resultado final e manutenção da visão.
MELO et al., 2024	Relato de caso	1 cão (Shih Tzu, 8 anos)	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar uso da matriz acelar de pele de tilápia em tratamento de úlcera corneal em cão que já havia sido submetido ao tratamento com flap conjuntival do olho contralateral e comparar as 2 técnicas usadas no mesmo paciente	Úlcera corneana associada a glaucoma	O biomaterial de tilápia promoveu cicatrização corneana completa, recuperação da visão e promoveu uma transparência de córnea superior à observada no olho contralateral tratado com flap conjuntival pediculado.
MELO et al., 2024	Relato de caso	2 cães (1 Shih Tzu e 1 SRD) - 3 lesões (2 úlceras e 1 lesão em pálpebra)	Matriz dérmica acelar, pele liofilizada e pele in natura	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Descrever o uso de diferentes derivados da pele de tilápia em reparos oculares de dois cães (o primeiro foi tratado com matriz acelar, já o segundo animal que apresentava lesão em córnea e em pálpebra foi liofilizada (para úlcera de córnea) e a pele in natura (para lesão em pálpebra).	Úlcera de córnea e lesão em pálpebra	A pele de tilápia nas 3 diferentes apresentações ( in natura, liofilizada e matriz acelar) apresentou boa biocompatibilidade e eficiência na reparação de diferentes tecidos (córnea e pálpebra)
MELO et al., 2025	Relato de caso	1 papagaio-verdadeiro	Matriz acelar de pele tilápia ( <i>scaffold</i> )	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Avaliar o uso do scaffold de pele de tilápia em úlcera profunda de córnea (> 80% de espessura) em papagaio-verdadeiro	Úlcera corneana profunda	Boa integração do enxerto, cicatrização da córnea e ausência de rejeição O scaffold atuou como suporte até a regeneração completa do tecido, promovendo aderência adequada ao epitélio, sem sinais de infecção, inflamação ou desconforto. Após 30 dias, o papagaio apresentou cicatrização avançada, hiperemia conjuntival sem incômodos e melhora significativa na postura, mobilidade e comportamento, com retorno à alimentação normal.

## Anexo IV

Tabela 6: Resumo dos dados sobre os estudos encontrados no uso da pele de tilápia em caninos e felinos.

Artigo	País	Tipo de pesquisa	Espécie/ n	Tipo da pele de tilápia	Grupo controle	Grupo tratamento	Objetivo	Local de aplicação do biomaterial	Conclusão
CHOI et al., 2021	Estados Unidos	Relato de caso	1 cão macho (Dachshund, 13 anos)	Pele conservada em glicerol (preparo baseado no descrito por Costa et al, 2019- use of tilapia skin as xenograft for pediatric: a case report*)	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar o uso do xenoinxerto de tilápia como tratamento de ferida traumática extensa em um Dachshund causada por mordedura de outro cão	Lesão por mordedura em região dorsal caudal em cão	O enxerto de tilápia foi eficaz no tratamento da ferida de espessura total, promoveu epitelização rápida (1,76 mm/dia) com cicatrização completa da lesão em 102 dias, sem sinais de contraturas
MACHADO et al., 2021	Brasil	Relato de caso	1 gato (SRD, 4 meses)	Pele conservada em glicerol (não informado se foi baseado nos protocolos da UFC)	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar o tratamento de uma lesão traumática em região mandibular de gato com curativo biológico de pele de tilápia associado ao uso da pomada Dersani®	Lesão traumática em mento de gato	O tratamento com pele de tilápia foi eficaz, promovendo completa reepitelização da ferida e conforto para o paciente, demonstrou-se também como monetariamente mais viável ao responsável pelo animal.
SANTOS; ALENCAR, 2021	Brasil	Série de casos	3 cães e 1 gato	Pele conservada em glicerol	N/A (relatos de casos)	N/A (relatos de casos)	Verificar a eficácia da pele de tilápia como curativo oclusivo em feridas cutâneas de cães e gatos	Lesões cutâneas contaminadas em região cervical, membro torácico, membro pélvico e região sacral	O biomaterial mostrou-se eficaz na reparação tecidual, auxiliando na proteção da ferida contra microorganismos externos, acelerando a cicatrização e estimulando formação de tecido de granulação. Além de proporcionar conforto ao animal e reduzir custos terapêuticos.
ALENCAR et al., 2022	Brasil	Relato de caso	1 cão (Poodle, 10 anos)	Pele liofilizada	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar o tratamento com xenoinxerto de tilápia de lesão cutânea traumática em Poodle após ataque de outro cão	Lesão cutânea extensa em região dorsal de cão	O xenoinxerto hiofilizado reduziu o tempo de cicatrização e diminuiu o número de trocas de curativos de duas vezes ao dia para uma vez por semana
COSTA, 2022	Brasil	Estudo experimental (Trabalho de Conclusão de Curso*)	7 cães adultos	Pele conservada em glicerol (baseada no descrito por Lima Junior et al., 2016)	lesões excisionais na região toracodorsal esquerda tratadas apenas com gaze umedecida por solução de NaCl a 0,9%	lesões excisionais na região toracodorsal direita tratadas com pele de tilápia	Analisar o processo cicatricial de lesões cutâneas (induzidas) tratadas com a pele de tilápia na espécie canina	Lesões cutâneas na região toracolombar	A pele de tilápia demonstrou boa aderência no leito das feridas. Como material biológico, apresentou eficácia e segurança no tratamento de lesões abertas em cães
KIENZLE, 2022	Portugal	Estudo piloto/série de casos (dissertação*)	2 cães e 3 gatos	Pele conservada em glicerol (com base na metodologia publicada por Lima Junior et al., 2016).	N/A (relatos de casos)	N/A (relatos de casos)	Avaliar a eficácia da pele de tilápia como curativo biológico no tratamento de feridas cutâneas abertas em cães e gatos	Feridas cutâneas abertas diversas: deslucamento, deiscência cirúrgica, cisalhamento e lesões necrosantes em diferentes regiões corporais (membros, cauda, tronco)	Observou-se evolução cicatricial progressiva com redução da necrose e da infecção das lesões. A pele de tilápia auxiliou na proteção do leito da ferida e promoveu bem-estar aos animais durante o tratamento.
ERWIN, E. et al. 2023	Indonésia	Estudo experimental	6 gatos machos	Pele conservada em glicerol (baseado no protocolo relatado por Costa et al. (2019)- UFC*.	3 gatos tratados com Sofratulle® (curativo comercial úmido impregnado com sulfato de framcetina 1%)	3 gatos tratados com pele de tilápia	Avaliar o efeito da pele de tilápia na cicatrização de leito doador de auto-enxerto comparado ao uso de curativo comercial impregnado com antibiótico de amplo espectro	Feridas cutâneas induzidas em membro anterior (2x2 cm)	Ambos grupos apresentaram reepitelização completa, sem diferença estatística nas avaliações de tempo de sangramento e absorção de fármacos. O curativo úmido apresentou resolução de controle de dor e retorno a coloração normal da pele levemente mais rápido que o grupo tratamento.
DE JESUS LIMA; DE CASTRO; DE LIMA, 2024	Brasil	Relato de caso	1 gato (SRD, 14 anos)	pele in natura	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Descrever o uso da pele de tilápia na reconstrução tecidual em lesão mandibular associada a dijunção de sínfise mentoniana em felino	Lesão traumática em mento de gato	A pele de tilápia foi eficiente na cicatrização da lesão cutânea e no restabelecimento da função mandibular do felino.
RAYMUNDO et al., 2025	Brasil	Relato de caso/short communication	1 gato (SRD, 1 ano)	Pele conservada em glicerol (associada ao uso de óleo de copaiba e solução a base de aloe vera)	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar o uso de pele de tilápia como xenoinxerto em tratamento de lesão traumática associada a infecção por esporotricose em felino	Lesão traumática em região distal de membro posterior de felino associada a esporotricose e presença de exposição/necrose óssea.	O xenoinxerto aderiu bem ao leito da ferida, conferiu menor exposição e contaminação da lesão, reduziu dor e manipulação do paciente em trocas de curativo. Promoveu cicatrização completa após aproximadamente 21 dias, evitando amputação do membro e restabelecendo sua função.
KHAN et al., 2025	Paquistão	Estudo clínico experimental (ensaio clínico)	10 Caninos	in natura tratada com iodopolvidona	não	Grupo A- pele de tilápia era suturada nas lesões. Grupo B- biomaterial era aplicado sobre as feridas sem o auxílio de suturas e coberto com um curativo.	Avaliar a pele da tilápia como curativo biológico na cicatrização de feridas em cães, utilizando técnicas de aplicação com e sem sutura.	lesões traumáticas cutâneas	A pele de tilápia demonstrou ser uma alternativa segura e eficaz como curativo biológico para promover cicatrização de lesões em cães. O grupo que teve o biomaterial aplicado sem o auxílio de suturas apresentou cicatrização mais rápida que o grupo com fixação por suturas.
LOPES, I.C. A., 2025	Brasil	Relato de caso	1 cão (SRD)	Pele in natura	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Avaliar o uso da pele de tilápia como tratamento em ferida de ferida cutânea com presença de infecção em cão	Ferida oriunda de deiscência cirúrgica pós- hemiorrafia perineal	Promoveu cicatrização completa. Apresentou boa aderência ao leito, proteção física da ferida, redução de dor por trocas de curativos.
DE WITT, A.; BESTER, E. G., 2025	África do Sul	Relato de caso	1 gato (4 semanas de idade)	1ª aplicação: in natura. 2ª aplicação: pele conservada em glicerol baseada no protocolo da patente da University of California (US 11612675B1)	N/A (relato de caso)	N/A (relato de caso)	Relatar observações clínicas do uso de enxerto de tilápia no tratamento de queimadura grave em filhote felino	Queimadura grave (3º grau e > 30% do corpo acometido) em região dorsocaudal e lateral	Ocorreu reepitelização total sem complicações ou efeitos adversos. Houve 2 aplicações do biomaterial (a 1ª permaneceu por 13 dias e a 2ª por 7 dias).
MANZOOR, A. et al., 2025	Paquistão	Estudo clínico	10 gatos	Pele in natura desinfetada com solução salina e tratada com iodopovidina 10%	5 gatos: lesões lavadas com solução salina e tratadas como ferida aberta	5 gatos: tratados com pele de tilápia	Avaliar a eficácia da pele de tilápia como promotor de cicatrização	Lesões cutâneas traumáticas em regiões variadas	O grupo tratado com pele de tilápia apresentou cicatrização mais rápida que o grupo controle e os gatos não apresentaram reações adversas ao xenoinxerto