



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ROSIMERY ALMEIDA DE SOUZA

**ESTUDO COMPARATIVO DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO, *IN NATURA*, E DA
PELE DA TILÁPIA-DO-NILO COM FÁRMACO PARA TRATAMENTO DE
QUEIMADURAS**

CARAÚBAS

2022

ROSIMERY ALMEIDA DE SOUZA

**ESTUDO COMPARATIVO DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO, *IN NATURA*, E DA
PELE DA TILÁPIA-DO-NILO COM FÁRMACO PARA TRATAMENTO DE
QUEIMADURAS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dra. **Guymmann Clay da
Silva**

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S719e Souza, Rosimery Almeida.
ESTUDO COMPARATIVO DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO,
IN NATURA, E DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO COM
FÁRMACO PARA TRATAMENTO DE QUEIMADURAS / Rosimery
Almeida Souza. - 2022.
62 f. : il.

Orientadora: Guymmann Clay da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Lesões. 2. Cicatrização. 3. Tilápia-do-
Nilo. 4. Curativo Biológico. I. Clay da Silva,
Guymmann , orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ROSIMERY ALMEIDA DE SOUZA

**ESTUDO COMPARATIVO DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO, *IN NATURA*, E
DA PELE DA TILÁPIA-DO-NILO COM FÁRMACO PARA TRATAMENTO
DE QUEIMADURAS**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 13/06/2022.

BANCA EXAMINADORA

**Guymmann
Clay da Silva**

Assinado digitalmente por Guymmann Clay da Silva
DN: OU=UFERSA, CN=Guymmann Clay da Silva,
E=,
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2022.06.14 12:47:05-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.1

Guymmann Clay da Silva, Prof. Dra. - UFERSA
Presidente

**DANIEL FREITAS FREIRE
MARTINS:**

Assinado de forma digital por DANIEL
FREITAS FREIRE MARTINS:
Dados: 2022.06.13 21:55:28 -03'00'

Daniel Freitas Freire Martins, Prof. Dr. - UFERSA
Membro Examinador Interno

**EDNA LUCIA
DA ROCHA
LINHARES:**

Digitally signed by EDNA LUCIA DA
ROCHA LINHARES
DN: CN=EDNA LUCIA DA ROCHA
LINHARES, OU=UFERSA
- Universidade Federal Rural do
Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Reason: I am the author of this document
Location: UFERSA
Date: 2022.06.13 21:16:50
Foxit Reader Version: 10.0.0

Edna Lúcia da Rocha Linhares, Prof. Dra. - UFERSA
Membro Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me concedido saúde, sabedoria e perseverança ao longo da minha vida, me ajudando em todos os momentos e sendo sempre o meu suporte.

Dedico integralmente este trabalho de conclusão de curso a minha mãe, Maria Rita e ao meu pai, Ubirani Rafael. Este trabalho é uma singela homenagem ao meu pai, que é pescador artesanal e devido esse trabalho árduo e braçal, debaixo do sol, eu pude está concluindo minha primeira graduação.

Agradeço a todos os meus familiares que contribuíram de forma significativa para a minha graduação, em especial, ao meu irmão sanguíneo Raul Almeida e aos meus irmãos do coração Gerliano Souza e Débora Áires, meu sobrinho João Pedro, minha avó Alice Pereira e *in memoriam* a minha avó Maria da Natividade e aos meus avôs Antônio Bento e Cicero Rafael.

Agradeço de todo o coração, pela bondade, paciência e amor dedicado pelo meu companheiro Marcelo Targino. Essa trajetória se tornou menos espinhosa ao seu lado e você sempre será minha referência de companheirismo.

Sou grata a universidade por ter concedido a oportunidade de ter amigos que levarei em meu coração ao longo da vida. Em especial, Sandra Gurgel, Francisco Gurgel, Lizandra Maria, Maria Fernanda, Luana Raquel, Lara Priscilla, Nayamma Almeida, Fellype Brito, Junior Juarez e *in memoriam*, ao querido amigo Henrike Rabelo.

Agradeço a minha orientadora Guymmann Clay por ter aceito o convite de conduzir este trabalho, pelo tempo disponibilizado e pela confiança depositada, se tornando um dos principais pilares para a minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a Universidade Federal Rural do Semi-Árido e a todo corpo docente pelos ensinamentos e valiosas contribuições, em especial, Guymmann Clay, Edna Lúcia, Daniel Freitas, Felipe Couto, André Moreira, Hudson Pacheco, Ruan Sávio e Jennef Carlos. E aos técnicos Joe Vitor e Wicliton Wagner por todo o suporte prestado.

RESUMO

As queimaduras integram um grande problema na saúde mundial, provocando inúmeras lesões, traumas físicos e psicológicos. Atualmente existem vários métodos de tratamento, no entanto, necessitam de trocas diárias, ocasionando o retardo na cicatrização e dor ao paciente. Todavia, existe um tratamento inovador e promissor criado no Brasil utilizando a pele de Tilápia-do-Nilo, que apresenta boa aderência ao leito da ferida, redução na quantidade de trocas, além de acelerar o processo de cicatrização, se destacando em relação aos métodos convencionais. Essa espécie de peixe é abundante no solo brasileiro e de fácil criação, seu principal destino é a filetagem e as demais partes do animal são descartadas. Desse modo, este trabalho tem como objetivo o estudo comparativo da pele da Tilápia-do-Nilo, *in natura*, e da pele da Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina utilizadas no tratamento de queimaduras. Inicialmente as amostras passaram por um processo de preparação, posteriormente uma parte das amostras foram postas a adsorção do Cloridrato de Tetraciclina e depois, todas as amostras foram levadas a caracterização, para avaliação de suas propriedades por meio da obtenção do teor de sólidos, grau de intumescimento e grau de degradação. Mediante as análises, as peles sem o fármaco mostraram-se mais eficazes para o uso como curativo biológico oclusivo, pois não apresentaram grau de intumescimento e um baixo valor de degradação, assim poderá proporcionar uma diminuição ou anulação das trocas de curativo.

Palavras-chaves: Lesões. Cicatrização. Tilápia-do-Nilo. Curativo Biológico.

ABSTRACT

Burns are a big problem in health around the world, causing a many of injuries, physical and psychological trauma. Currently, there are a lot of treatment methods, however they require daily changes, causing retardment healing and pain to the patient. However, there is an innovative and promising treatment created in Brazil using Nile Tilapia skin, which got good adhesion to wound bed, amount of exchanges reduction, in addition for accelerating the healing process, highlighting of conventional methods. This kind of fish there is abundant in Brazil and it is easy to breed, it is used mainly to fillet and the other parts of the animal are thrown away. Thereby, this research aims to the comparative study of Nile Tilapia skin, in natura, and Nile Tilapia skin with Tetracycline Hydrochloride used in the treatment of burns. Initially, the samples went through a preparation process, later a part of the samples were put to the adsorption of Tetracycline Hydrochloride and then, all samples were taken to characterization, to evaluate their properties by obtaining the solids content, degree of swelling and degree of degradation. Through the analyses, the skins without the drug proved to be more effective for use as an occlusive biological healing, as they did not present a degree of swelling and a low value of degradation, thus it may provide a reduction or cancellation of dressing changes.

Keywords: Injuries. Healing. Nile Tilapia. Biological Cure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas para o reparo e proteção do palato com a utilização da pele de Tilápia-do-Nilo.	19
Figura 2 - Processo de cicatrização em um gato utilizando pele de Tilápia-do-Nilo.	20
Figura 3 - Processo de cicatrização em um cachorro utilizando pele de Tilápia-do-Nilo.	20
Figura 4 - Processo de cicatrização na mão de um recém-nascido.	21
Figura 5 - Processo de tratamento de queimadura de segundo grau profunda.	22
Figura 6 - Peles de Tilápia-do-Nilo contendo escamas e músculos.	30
Figura 7 - Peles de Tilápia-do-Nilo devidamente higienizadas e cortadas.	31
Figura 8 - Peles de Tilápia-do-Nilo imersas em solução de Cloridrato de Tetraciclina a 0,5 g/L (1), 1,5 g/L (2), 2,5 g/L (3), respectivamente.	33
Figura 9 - Estrutura química do Cloridrato de Tetraciclina.	33
Figura 10 - Amostras das peles sem Cloridrato de Tetraciclina, após o processo de secagem.	38
Figura 11 - Amostras das peles com Cloridrato de Tetraciclina após secagem.	38
Figura 12 - Amostras das peles sem Cloridrato de Tetraciclina intumescidas com PBS.	40
Figura 13 - Amostras das peles com Cloridrato de Tetraciclina intumescidas com PBS.	41
Figura 14 - Amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina após o processo de degradação.	43
Figura 15 - Amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina após o processo de degradação.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise de teor de sólido das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.	36
Tabela 2 - Resultado da análise de teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.	37
Tabela 3 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina e seus respectivos erros.	39
Tabela 4 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina e seus respectivos erros.	40
Tabela 5 - Resultado da análise do grau de degradação das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.	41
Tabela 6 - Resultado da análise do grau de degradação das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.	42
Tabela 7 - Análise completa do teor de sólido das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.	56
Tabela 8 - Média das massas do teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.	58
Tabela 9 - Resultado da análise completa do teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.	58
Tabela 10 - Resultado da análise completa do grau de intumescimento das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.	60
Tabela 11 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GERAL.....	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1. PELE DE TILÁPIA-DO-NILO	14
3.2. SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DO PESCADO	15
3.2.1. Formas de reaproveitamento	15
3.2.2. Minimização dos impactos ambientais.....	15
3.3. QUEIMADURAS.....	16
3.4. APLICAÇÕES DA PELE	18
3.5. TRATAMENTO DE QUEIMADURAS.....	23
3.6. TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO	27
3.6.1. Teor de sólidos.....	27
3.6.2. Teor de Intumescimento	27
3.6.3. Teor de Degradação	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1. MATERIAIS	29
4.2. MÉTODOS.....	30
4.2.1. Higienização e cortes das peles de Tilápia-do-Nilo	31
4.2.2. Preparação das peles de Tilápia-do-Nilo	31
4.2.3. Preparação das peles de Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina	32
4.2.4. Caracterização das peles de Tilápia-do-Nilo	33
4.2.4.1. Teor de sólidos	34
4.2.4.2. Intumescimento	34
4.2.4.3. Teste de degradação.....	35

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1.CARACTERIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO SEM E COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA	36
5.1.1. Determinação do teor de sólidos	36
5.1.2. Determinação do grau de intumescimento	38
5.1.3. Determinação do grau de degradação.....	41
6. CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE A - RESULTADO DA ANÁLISE DE TEOR DE SÓLIDO DAS AMOSTRAS DE PELE SEM CLORIDRATO DE TETRACICLINA	55
APÊNDICE B - RESULTADO DA ANÁLISE DE TEOR DE SÓLIDO DAS AMOSTRAS DE PELE COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA	57
APÊNDICE C – RESULTADO DO INTUMESCIMENTO DAS AMOSTRAS DE PELE SEM CLORIDRATO DE TETRACICLINA	59
APÊNDICE D – RESULTADO DO INTUMESCIMENTO DAS AMOSTRAS DE PELE COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA	61

1. INTRODUÇÃO

As queimaduras integram um grande problema na saúde mundial. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2018), cerca de 180.000 pessoas morrem por ano por decorrência das queimaduras. No Brasil, estima-se que ocorram 1 milhão de casos por ano, onde 100 mil procuram assistência médica. Entre os anos 2019-2021, 81.107 pessoas necessitaram ficar em leitos de internações e 2.566 foram a óbito por consequência das lesões (DATASUS, 2021).

Com a chegada da pandemia, os números de casos aumentaram por causa da necessidade do uso do álcool 70 % líquido e em gel. Tanto crianças, quanto adultos sofreram lesões domésticas pelo manuseio de forma incorreta da substância inflamável. Com a crescente quantidade de casos, foi pontuado em junho de 2021 o tema da campanha “Junho Laranja”, promovida pela Sociedade Brasileira de Queimaduras (UFMG, 2021).

Quando uma pessoa sofre queimaduras, é necessário o uso de curativos no qual é preciso refazê-lo diariamente ou até mesmo duas vezes ao dia. Com essa troca recorrente, o processo de cicatrização se torna mais lento, aumenta a dor e o sofrimento dos pacientes e eleva o custo-benefício, pois aumenta o consumo de pomadas, anestésias, analgesias e ataduras, consequentemente, aumentando o trabalho da equipe de saúde (LIMA JUNIOR *et al.*, 2020).

Embora existam várias opções de curativos de qualidade no mercado, muitos desses produtos possuem um elevado custo para serem utilizados no serviço de saúde pública brasileira; e levando em consideração a necessidade de trocas frequentes, acarreta no sofrimento do paciente. Visando um tratamento econômico para queimaduras e feridas, foi idealizado o curativo biológico derivado da pele de Tilápia-do-Nilo (LIMA JUNIOR *et al.*, 2020).

A pele de Tilápia-do-Nilo é estudada e utilizada no ramo da medicina regenerativa como biomaterial para o uso em queimaduras. Ela possui característica microscópica similar a estrutura morfológica da pele humana, alta resistência e extensão à tração em quebra (ALVES *et al.*, 2015). Uma das principais vantagens deste procedimento é na aplicação, pois quando colocada sobre a lesão, não há necessidade de manutenções diárias e só é retirada após toda a recuperação do paciente (MIRANDA, 2018).

De acordo com Schulter e Vieira Filho (2017) desde a década de 1990, a produção nacional do Tilápia-do-Nilo avançou significativamente e posicionou o Brasil entre os maiores produtores do mundo, porém, a pele é um subproduto de descarte, apenas uma pequena porcentagem é reaproveitada e empregada no artesanato. A pele possui propriedades de

resistência e sensibilidade, logo, despertou nos pesquisadores a possibilidade de sua utilização como curativo substituto no tratamento de pacientes com queimaduras (MIRANDA, 2018).

De acordo com Nascimento *et al.* (2020), a pele da Tilápia-do-Nilo no tratamento de queimaduras não necessita de trocas diárias, logo, diminui as dores do paciente, auxilia na recuperação, já que possui propriedades que estimulam a regeneração celular e evitam a contaminação externa. Ela possui características microscópicas semelhante a pele humana, é abundante em colágeno do tipo I, tem elevada resistência e extensão à tração em quebra (LIMA-JUNIOR *et al.*, 2017).

Assim, uma vez que a pele é fixada sobre a região lesionada, proporciona proteção e a diminuição da troca de curativos, permanecendo na lesão até a total recuperação, acarretando na diminuição do uso de analgésicos (MIRANDA, 2018).

Diante de suas pesquisas LIMA JÚNIOR *et al.* (2020), afirma que o uso da pele do Tilápia-do-Nilo em queimaduras apresenta boa aderência ao leito da ferida, reduz a quantidade de trocas, diminui a quantidade de anestésicos usados, auxilia no processo de cicatrização, reduz a perda de líquidos, assim, proporcionando benefícios aos pacientes e também aos profissionais de saúde, diminuindo a carga de trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Estudo comparativo da pele da Tilápia-do-Nilo *in natura* e da pele da Tilápia-do-Nilo com fármaco utilizadas no tratamento de queimaduras.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar de forma experimental como é feito o processo de tratamento da pele até chegar na forma de uso ideal;
- Caracterizar as peles das Tilápia-do-Nilo através dos testes de teor de sólidos, intumescimento e degradação;
- Evidenciar os benefícios e as vantagens da pele de Tilápia-do-Nilo, como também, ressaltar o descarte dos resíduos do peixe após a filetagem.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. PELE DE TILÁPIA-DO-NILO

A Tilápia-do-Nilo é umas das principais espécies de peixe produzidas no Brasil e foi introduzida na década de 1970 (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Na piscicultura, é uma espécie versátil, pois se adapta tanto ao cultivo extensivo sem a necessidade de qualquer tecnologia empregada, quanto ao sistema de criação em tanques-rede com rações contendo alta tecnologia de produção (MEURER *et al.*, 2002).

De acordo com Peixe BR (2022), em 2020 o Brasil produziu 486.255 toneladas de Tilápia-do-Nilo e no ano de 2021 a produção foi de 534.005 toneladas, logo, teve um aumento de 9,8 % e representou 63,5 % de toda a piscicultura brasileira. Diante destes resultados, o país está em 4º lugar entre os maiores produtores de Tilápia-do-Nilo do mundo. Esse crescente número, tem como principal intuito a filetagem, que é a retirada do filé para comercialização. Após todo processo, o resto do peixe é descartado.

Como subproduto de descarte, a pele do Tilápia-do-Nilo possui resistência e sensibilidade, porém, apenas 1 % do descarte é usado para artesanato, sendo assim, despertou nos pesquisadores a possibilidade de sua utilização como curativo substituto da pele humana no tratamento de pacientes com queimaduras (MIRANDA, 2018). Além da ampla abundância da espécie e de ser um produto de descarte, a pele de Tilápia-do-Nilo demonstrou microbiota não infecciosa (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2016).

Através de uma análise microscópica da pele de Tilápia-do-Nilo, ficou evidente que a epiderme é revestida por epitélio pavimentoso estratificado, constituído em diversos trechos por poucas camadas celulares e a derme superficial era composta por tecido conjuntivo frouxo, permeado por vasos sanguíneos de calibres variados, com fibras colágenas paralelas e finas. A derme profunda, continha espessas fibras colágenas organizadas e compactadas em disposição paralela/horizontal e transversal/vertical, predominantemente, do tipo I. A pele também demonstrou elevada resistência e extensão à tração em quebra (ALVES, *et al.*, 2015).

Na derme da pele do Tilápia-do-Nilo, as camadas de fibras colágenas se sobrepõem, havendo uma amarração entre elas, gerando feixes de fibras longos e orientados. Devido à ordenação das fibras, a pele apresenta elevada resistência e grande maciez (SOUZA; SANTOS, 1997).

A pele de Tilápia-do-Nilo é indicada no procedimento de cicatrização, proveniente de queimaduras de segundo e terceiro grau. Pode ser aplicada em qualquer área anatômica do corpo, e quando associada a reposição hídrica, base nutricional, adaptação de analgesia e

antibioticoterapia, pode assegurar ao paciente uma melhoria em seu bem-estar, uma quantidade mínima de sequelas e uma breve reintegração social (BRAGA *et al.*, 2021).

A pele aplicada em queimaduras não promove alterações significativas nos padrões hematológicos e bioquímicos de função renal e hepática, evita a contaminação externa e a perda de líquidos, desse modo, se torna apto a ser um curativo biológico promissor para o tratamento de queimaduras (DIAS *et al.*, 2022). Em relação a dor, a pele da Tilápia-do-Nilo adere à derme da pele humana, tapando suas terminações nervosas, proporcionando uma melhora instantânea do sofrimento (TORRISI *et al.*, 2018).

3.2. SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DO PESCADO

3.2.1. Formas de reaproveitamento

A pele do Tilápia-do-Nilo é uma excelente fonte de matéria-prima para a confecção de vestuário, calçados e de artefatos em geral, desde que tenha sido processada com técnicas adequadas de curtimento. Entretanto, a pele é um subproduto residual proveniente da filetagem e em torno de 60 a 70 % do peso bruto do peixe vai para o descarte, desse valor, as peles representam de 4,5 a 14 % do peso dos peixes (SOUZA *et al.*, 2006). Através do uso da pele do peixe, é possível a extração de colágeno para fins farmacêuticos (VAZ *et al.*, 2020).

A preparação do couro dos pescados, a partir das peles residuais provenientes do filamento, representa uma fonte alternativa de renda que pode servir de matéria-prima para a fabricação de carteiras, bolsas, entre outros artefatos (SOUZA *et al.*, 2003). Por meio do devido reaproveitamento do pescado, é possível a produção de farinha e óleo (SOUZA *et al.*, 2020), fertilizante orgânico alternativo (OLIVEIRA *et al.*, 2013), biojóias e artefatos artesanais de decoração (VIDAL-CAMPELLO *et al.*, 2020).

3.2.2. Minimização dos impactos ambientais

A NBR 10.004 é uma norma da ABNT que estabelece critérios para a classificação de resíduos sólidos com base em seu potencial de risco ao meio ambiente e à saúde humana. De acordo com esta norma, os resíduos do pescado são classificados como resíduos classe II A - não inertes, pois possuem características de biodegradabilidade (ABNT, 2004).

3.3. QUEIMADURAS

A pele é o maior órgão do corpo humano, recobre cerca de 7500 cm² de uma pessoa adulta e corresponde a 16 % do peso corporal (ALEXANDRE KATAOKA, 2019). Ela é considerada como uma barreira protetora, no qual, protege contra danos externos e atritos, é responsável pela regulação térmica, possui funções sensoriais e dificulta a saída de líquidos do organismo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA, 2021).

Esse órgão, pode suportar uma temperatura de até 44°C, sem ocasionar nenhum dano a sua integridade. Porém, ao ultrapassar esse limite, desencadeia diferentes tipos de lesões que está relacionado diretamente a temperatura e ao tempo de exposição (BOLGIANI; SERRA, 2010).

De acordo com a Biblioteca Virtual em Saúde (2019), as queimaduras são definidas como lesões ocasionadas pelo contato de forma direta com determinadas fontes de calor ou frio, agentes químicos, correntes elétricas, radiação e até mesmo de alguns animais e plantas. Se tem três tipos de queimaduras, as térmicas, as químicas e as por eletricidade; e são classificadas de acordo com a sua profundidade. As de 1º grau afetam as camadas superficiais da pele (epiderme), as de 2º grau podem atingir as camadas superficiais e as mais profundas (derme) e as de 3º grau afetam todas as camadas da pele, correndo o risco de atingir os ossos.

As lesões de 1º grau apresentam vermelhidão no local afetado, dor intensa e não produzem bolhas. Comumente se tem uma melhora entre 3 a 6 dias e não deixam sequelas. As de 2º grau são divididas em duas, 2º grau superficial e 2º grau profundo. A superficial tem os mesmos sintomas das de 1º grau, porém, com o surgimento de bolhas e sua recuperação pode levar até 3 semanas. A profunda, se assemelha com as de 3º grau. O tempo médio de cura leva mais de 3 semanas. As de 3º grau exibem lesões acinzentadas, indolores e deformadas. Não se curam sem enxertos e é necessário apoio cirúrgico (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE, 2019).

As queimaduras de grande extensão, não conseguem ser curadas por epitelização, por esse motivo, as lesões de 2º e 3º profundas, necessitam ser tratadas com enxertia precoce, no intuito de impedir as retrações e sequelas. Como prioridade, tem-se o recobrimento das mãos, face, pescoço, axilas, cotovelos e joelho (BOLGIANI; SERRA, 2010).

As lesões ocasionadas por queimaduras, ficam rapidamente habitadas por uma flora bacteriana mista, ocasionando danos mecânicos a barreira protetora da pele, podendo gerar infecções (MARTINS, 2010). As queimaduras ocupam o segundo lugar entre as principais

causas mais frequente de acidentes na infância, sendo a causadora pela morbidade e sequelas funcionais (BARCELLOS *et al.*, 2018).

Na região do nordeste brasileiro, entre os anos 2019-2021, foi registrado 22.105 internações hospitalares e 562 pessoas foram a óbitos por decorrência de queimaduras (DATASUS, 2021). O único centro de tratamento de queimaduras no estado do Rio Grande do Norte, fica localizado em Natal, no Hospital Monsenhor Walfredo Gurgel. Entre janeiro e fevereiro de 2022, já houve 53 ocorrências, com 26 internações hospitalares. Em 2021, foram 417 casos registrados e em 2020, foram 302 ocorrências. Ou seja, houve um crescimento de 38 % na quantidade de casos (TRIBUNA DO NORTE, 2022).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2011), boa parte das mortes e sequelas definitivas causadas por queimaduras, poderiam ter sido evitadas no âmbito pré-hospitalar, já que os primeiros socorros são feitos no próprio domicílio por parentes ou vizinhos, na qual, a falta de informação e costumes repassados das gerações anteriores, provocam uma piora significativa da lesão com o uso de manteiga, aloe vera, gelo, água com açúcar ou creme dental.

Independentemente do agente causador da lesão, haverá sempre o processo de cicatrização (ANDRADE *et al.*, 2013). Consoante um estudo de Silva *et al.* (2021), os principais fatores que afetam diretamente no processo de cicatrização estão relacionados com a porcentagem da área queimada, complexidade da lesão, idade do paciente, histórico clínico e a quantidade de interferências cirúrgicas. Reitera que a evolução da cicatrização é individual, isto é, pode sofrer ações de outros componentes.

As complicações mais frequentes provenientes das queimaduras são as retrações cicatriciais, cicatrizes inestéticas e a dor (TORRISI *et al.*, 2018). Os danos das queimaduras são extensos e, além das consequências físicas, há também os danos psicológicos, o que é bastante preocupante. A depressão e os transtornos de ansiedade são os mais comuns (MEDEIROS; KRISTENSEN; ALMEIDA, 2009).

No Brasil, na rede hospitalar privada, dependendo do tipo de convênio ou das condições financeiras do paciente, são utilizados curativos biossintéticos e peles artificiais, todos importados e de elevado custo. Na Europa e nos Estados Unidos da América, são usadas, nas lesões de 2º e de 3º graus, peles homólogas, peles heterólogas, curativos biossintéticos e derme artificial, para uma melhor recuperação funcional (ALVES, *et al.*, 2015).

As vítimas do sexo masculino são as mais acometidas por acidentes envolvendo queimaduras, dispondo como a principal fonte o uso incorreto do álcool. E as crianças entre 0 a 4 anos, são as mais atingidas, tendo como principal agente etiológico a escaldadura e o local onde acontece a maioria dos acidentes é na cozinha doméstica (CRUZ; CORDOVIL;

BATISTA, 2012). Os acidentes domésticos representam 51 % de todos os casos de queimaduras em nosso meio, no qual, 80% ocorrem na cozinha. As crianças entre 0 a 10 anos representam 43 % de todos os atendimentos de queimadura, tanto os ambulatoriais como os pacientes internados (LEÃO, *et al.*, 2011).

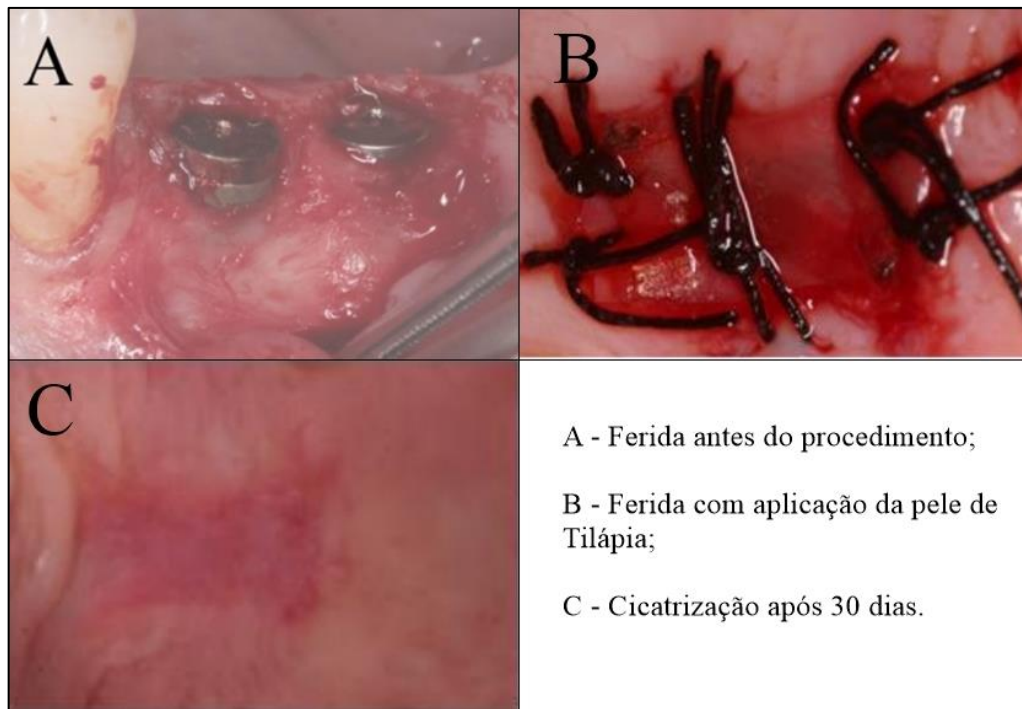
As queimaduras afetam de forma direta a qualidade de vida dos acometidos, interfere na própria imagem corporal, afeto e sensibilidade da pele, sendo necessário a reabilitação. É sabido que as queimaduras é uma das maiores lesões físicas e emocionais que o ser humano pode padecer, por este motivo, existe a busca constante por um tratamento que deixe o mínimo de sequelas e um menor sofrimento as vítimas (ROCHA *et al.*, 2016).

3.4. APLICAÇÕES DA PELE

A utilização da pele de Tilápia-do-Nilo em queimaduras de segundo grau, acarretou na diminuição do número de troca de curativos, consequentemente, na redução das dores dos pacientes, diminuindo o trabalho da equipe hospitalar e os custos hospitalares (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2019). As trocas de curativos e de peles, dependem da quantidade de líquido inflamatório. Entretanto, quanto maior o número de trocas, maior será a probabilidade de infecção, o custo do tratamento e as chances de sentir dor. Ao considerar estes parâmetros, salienta-se que os casos tratados com a pele de Tilápia-do-Nilo, teve uma menor quantidade de recolocação de curativos (MIRANDA; BRANDT, 2018).

Na odontologia, a pele animal foi utilizada no reparo da ferida cirúrgica do palato, como mostra a Figura 1. Apresentou sinais clínicos positivos, como, cicatrização acelerada, semelhança de cor em relação aos tecidos adjacentes e a restauração completa da ferida de forma precoce (MANFREDI, 2021).

Figura 1 - Etapas para o reparo e proteção do palato com a utilização da pele de Tilápia-do-Nilo.



Fonte: MANFREDI (2021).

Na ginecologia, uma paciente com síndrome de Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser (canal vaginal muito curto ou inexistente), foi submetida a um procedimento cirúrgico, no qual, utilizou a pele de Tilápia-do-Nilo para auxiliar na cicatrização do canal vaginal. Tal procedimento, proporcionou a paciente uma neovagina anatômica e funcional (DIAS *et al.*, 2019).

No ramo da medicina veterinária, se tem várias técnicas para a cobertura de feridas expostas, porém, possuem um elevado custo, o que acarreta na desistência do tutor no tratamento do animal lesionado. Estudos validam que a pele de Tilápia-do-Nilo pode ser utilizada em gatos e cães como curativo oclusivo, já que nos animais testados se obteve benefícios no leito da ferida, como apresentado na Figura 2 e na Figura 3, possibilitando conforto e atuando positivamente na cicatrização (SANTOS; ALENCAR, 2021).

Figura 2 - Processo de cicatrização em um gato utilizando pele de Tilápia-do-Nilo.



Fonte: SANTOS; ALENCAR (2021).

Figura 3 - Processo de cicatrização em um cachorro utilizando pele de Tilápia-do-Nilo.



Fonte: SANTOS; ALENCAR (2021).

Outra aplicação da pele de Tilápia-do-Nilo na medicina veterinária, foi em equinos, onde proporcionou uma diminuição no tempo de cicatrização e permitiu a redução na quantidade de trocas de curativos, no qual, acarretou em menos estresse e sofrimento ao animal e um menor custo ao longo do tratamento, já que houve uma menor quantidade de curativos usados (SILVA *et al.*, 2019). A pele também foi usada no processo de cicatrização em animais silvestres e apresentou pontos positivos que reduziram o tempo de cativeiro dos animais, além da fácil manipulação e uma boa recuperação (PASSINI; AIUB, 2019).

Corroborando, tem-se um estudo clínico de Melo *et al.* (2022), que comprovou a eficácia do uso da pele de Tilápia-do-Nilo no tratamento de uma úlcera profunda de córnea em um cão. O uso da pele apresentou uma córnea mais transparente, lisa, avascular e brilhante, por meio desses aspectos, a pele foi considerada como um excelente enxerto.

De acordo com a análise físico-química e físico-mecânica de Franco *et al.* (2012), a pele de Tilápia-do-Nilo apresentou em sua derme, feixes de fibra de colágeno no sentido transversal

a superfície da pele, 67,14 % de teor de umidade, 1,96 % de lipídeos, resistência a tração (11,86 N/mm²) e rasgamento progressivo (40,18 N/mm).

Em consonância, em um estudo de caso, a pele de Tilápia-do-Nilo foi utilizada no tratamento de uma grave lesão na mão de um recém-nascido, com apenas 4 dias vida, como apresentado na Figura 4. Antes da pele ser inserida sobre a lesão, já havia sucedido o tratamento com antibiótica intravenosa extensa e lavagem com solução salina normal, porém, a cicatrização da ferida não teve evolução. Então, a área lesionada foi enfaixada com a pele rigorosamente esterilizada por 10 dias. Após um mês, a ferida cicatrizou completamente. Este caso, demonstra que a pele de Tilápia-do-Nilo teve efeito significativo no tratamento de danos à integridade da pele e pode ser uma alternativa adequada para coberturas temporárias de pele (FARAJI *et al.*, 2022).

Figura 4 - Processo de cicatrização na mão de um recém-nascido.



Fonte: FARAJI *et al.* (2022).

Ainda na parte pediátrica, a pele foi usada como xenoenxerto em uma criança de 3 anos, que foi acometida a uma escaldadura que englobou 18 % de sua superfície corporal. Após a aplicação, constatou-se uma boa aderência da pele do peixe ao leito da ferida e não apresentou nenhum efeito adverso. O paciente recebeu alta hospitalar com 10 dias com total reepitelização. Acredita-se que por meio de novos estudos, esse biomaterial inovador faça parte do arsenal terapêutico de queimaduras pediátricas, acarretando em um relevante impacto social e financeiro para o sistema de saúde (COSTA *et al.*, 2019).

Uma paciente do sexo feminino, com 18 anos de idade e sem comorbidades, teve 13,5 % de sua superfície corporal lesionada por queimaduras de segundo grau profundas, causadas pelo contato direto com chamas. As partes mais atingidas foram o abdômen, região inguinal, parte da genitália e metade superior das duas coxas. A paciente foi submetida a aplicação da pele de Tilápia-do-Nilo, como exibido na Figura 5, cujo qual, no 4º dia foi necessário uma

reaplicação da pele e no 16º dia recebeu alta hospitalar. Mesmo com a necessidade da troca do curativo, se obteve ótimos resultados, com a redução na quantidade de trocas, acarretou em um menor sofrimento e uma diminuição nos custos hospitalares (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2019).

Figura 5 - Processo de tratamento de queimadura de segundo grau profunda.



Fonte: LIMA JÚNIOR *et al.* (2019).

Um ensaio clínico incluiu 30 pacientes com queimaduras de 2º grau superficial (área corporal queimada menor que 15 %) e deixou evidente que a utilização da pele animal resultou em menos dor, uma menor quantidade de curativos, redução no número de analgésicos e uma cicatrização mais rápida, quando comparada com a pomada sulfadiazina de prata. Dessa forma, traz vantagens tanto ao paciente, que se recupera com mais agilidade, quanto ao sistema de saúde, com a atenuação dos custos financeiros (MARTINS *et al.*, 2018).

Foi feito um estudo comparativo em nove casos de queimaduras, entre o curativo biológico a base da pele de Tilápia-do-Nilo e o curativo a base de hidrofibra com prata. Percebeu-se que na utilização da pele, em 60 % dos casos não houve demanda na troca de nenhum curativo, mas no uso da hidrofibra com prata 53,3 % se fez necessário a substituição do curativo. Então, não houve inferioridade entre os métodos utilizados, logo, confirmando a hipótese da eficiência do uso da pele animal em queimaduras (MIRANDA; BRANDT, 2018).

O uso da pele de Tilápia-do-Nilo no ramo da medicina, é uma realidade que ganha reconhecimento nacional e internacional. O potencial encontrado na pele, já a levou a fazer parceria com a NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), em duas missões espaciais (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2021).

Um estudo comprovou que não somente a pele do Tilápia-do-Nilo é rica em colágeno, como também as escamas do peixe, em específico, o colágeno do tipo I, no qual, possui alta funcionalidade físico-química. Esse colágeno pode ser potencialmente útil em uma variedade de aplicações comerciais, como na medicina, terapêutica e cosmética (HUANG *et al.*, 2016). Além disso, foi realizado o teste de toxicidade sistêmica aguda e comprovou-se que não há

toxicidade no colágeno, assim, pode ser considerado biocompatível e pode ser usado como material biomédico adequado (SONG *et al.*, 2019).

Segundo Zhou *et al.* (2016), foi possível a preparação de nanofibras de colágeno biomimétricas eletrofiadas provenientes da pele de Tilápia-do-Nilo, no qual, o seu uso em ratos demonstrou ter uma boa bioatividade e acelerou a cicatrização de feridas de forma eficaz. Tem-se também a esponja de colágeno, proveniente da pele de Tilápia-do-Nilo, cujo qual, uma pesquisa sobre a biocompatibilidade e as propriedades hemostáticas demonstraram funcionalidade positiva, assim, pode ser considerado como biomaterial funcional no uso em curativos para feridas, todavia, se faz necessário mais pesquisas para otimização de sua estrutura e modo de preparação (WANG *et al.*, 2021).

Tem-se também a produção de um hidrogel de colágeno, oriundo da pele de Tilápia-do-Nilo. O teste desse produto em animais demonstrou uma significativa aceleração na cicatrização de queimaduras de 2º grau profundas (GE *et al.*, 2020).

3.5. TRATAMENTO DE QUEIMADURAS

A escolha do tratamento adequado tem que levar em consideração os aspectos que designam a gravidade da ferida e que pode afetar o andamento da cicatrização como, a localização, profundidade, extensão, presença ou ausência de infecção, agente causador do trauma, estado nutricional dos pacientes, presença de doenças crônicas degenerativa e faixa etária. As queimaduras de primeiro grau, dependendo da amplitude, progridem rapidamente, recuperando-se em até cinco dias, sendo indicado uso de creme hidratante local (FERREIRA *et al.*, 2003).

Nas lesões de 2º e de 3º graus o tratamento é feito por uma equipe interdisciplinar, onde o paciente fica internado em um centro de tratamento de queimados, cujo qual, o procedimento clínico inclui reposição hídrica adequada, por meio de uma veia de grande calibre, controle da diurese (através de sonda vesical), suporte enteral (via sonda nasogástrica ou enteral), e para evitar a hemorragia digestiva e a translocação bacteriana é usado analgesia horária e, em alguns casos, antibioticoterapia (ALVES, *et al.*, 2015).

O curativo ideal propício para tratar as lesões oriundas de queimaduras, é aquele que possui flexibilidade e adesão ao leito, fácil aquisição, resistência ao estiramento, manuseio simples, competência em suprimir a dor, baixo custo, de fácil armazenamento e o mais importante, que previna as perdas hidroeletrólíticas e ação antibacteriana (FERREIRA *et al.*, 2003).

O curativo oclusivo é o método de tratamento mais usado em todo o mundo. Esse tipo de curativo deve conter espessura grossa, para que não haja transferência de secreções da ferida, mantenha o paciente devidamente aquecido, contenha umidade para favorecer o desenvolvimento das células epiteliais e evite a entrada de germes e de raios ultravioletas (BOLGIANI; SERRA, 2010).

Na maioria dos serviços de tratamentos de queimaduras na rede pública brasileira, é usado a pomada sulfadiazina de prata. Na Europa, nos Estados Unidos e em alguns países da América do Sul, o tratamento é feito com pele humana (homóloga) ou animal (heteróloga) (LIMA JÚNIOR, 2017).

De forma mais detalhada, na maioria dos centros de tratamento de queimados da rede pública brasileira, segue-se o seguinte procedimento em relação aos curativos:

“[...] nas queimaduras de segundo grau, é realizado diariamente o banho com clorexidine a 2 % e o curativo é feito com o antimicrobiano tópico sulfadiazina de prata a 1 %, até a completa reparação da lesão (2º grau superficial em torno de 12 dias e profundo entre 21 e 25 dias); nas lesões de terceiro grau, é realizado o desbridamento do tecido necrótico em várias etapas (desbridamento sequencial), feito o curativo com sulfadiazina de prata a 1 %, até a preparação do leito da ferida para a enxertia” (ALVES *et al.*, 2015).

A quitosana é utilizada no tratamento de queimaduras, possui características de biocompatibilidade, biodegradabilidade e baixa toxicidade; apresenta diferentes formas de uso (filmes, andaimes, microagulhamento). Ela atua na fase inflamatória, proliferativa e de remodelação, tem a capacidade de reduzir o tempo de cicatrização e de melhorar o aspecto do tecido cicatricial (QUEIROZ; TOMAZ, 2020).

Outro método utilizado para auxiliar na cicatrização das queimaduras é o laserterapia de baixa potência, no qual, quando aplicado sobre as feridas cutâneas é capaz de promover ações anti-inflamatórias, proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, revascularização e contração da ferida (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

A determinação de novos métodos, abrange o leque de possibilidades para o tratamento de feridas, em busca da melhoria no processo de cicatrização e conforto do paciente. Por conseguinte, surgiu a pele de Tilápia-do-Nilo, sendo considerada como curativo biológico oclusivo, assim, contribuindo para o avanço na área das queimaduras. É notório a variedade de curativos e convém ao profissional de saúde responsável pelo paciente, decidir qual melhor se adapta para o tratamento, com atenção especial as realidades locais e o custo-benefício (COUTINHO *et al.*, 2021).

A utilização da pele de Tilápia-do-Nilo em sistemas de saúde públicos e privados, é denotado como uma técnica promissora, que auxilia no tratamento de queimaduras, pois pode

reduzir significativamente o custo do tratamento, diminuir o tempo médio de cicatrização e reduzir o risco de infecção durante a troca de curativos. Esses pontos positivos são viáveis, devido a sua compatibilidade, boa aderência, umidade e presença de colágeno (SANTOS; NOWACKI; GOMES JUNIOR, 2020).

A aplicação da pele de Tilápia-do-Nilo surge como um procedimento inovador e eficaz da atualidade. Tal procedimento, é uma descoberta recente, as pesquisas pré-clínicas e clínica tiveram início no ano de 2014 na Universidade Federal do Ceará e foi patenteada no Brasil e no exterior (LIMA JÚNIOR, 2017). A pesquisa inovadora já recebeu várias premiações, dentre elas o Prêmio Euro Inovação em Saúde, sendo considerado o mais importante na medicina nacional. O procedimento de aplicação da pele em pacientes acometidos de queimaduras já é aplicado em seis estados brasileiros e em sete países (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2020).

A pele de Tilápia-do-Nilo para o uso em queimaduras, é a primeira pele animal aquática do mundo e a primeira pele de animal do Brasil. A nova terapia acarretou na criação do primeiro banco de pele animal do país, situada no Centro de Desenvolvimento de Medicamentos (NPDM) da UFC, no qual, já foram produzidas mais de 7.000 unidades de pele. Essas unidades são destinadas apenas para uso em pesquisa, não é produzida industrialmente e não pode ser comercializada (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2021).

Outro tipo de pele animal usada em tratamentos de queimaduras é a pele de porco. Possui 78 % de compatibilidade com a pele humana. Porém, quando comparada ao método com a pele de Tilápia-do-Nilo, ela apresenta pontos negativos, como a possibilidade de transmitir doenças e o alto custo benefício (LORDELLO *et al.*, 2019). Nessa perspectiva, a pele de Tilápia-do-Nilo apresentou ser mais eficiente em relação a pele porcina, pois possui uma melhor reepitelização, menor tempo de internação e redução na troca de curativos (SILVA *et al.*, 2021).

Segundo Lima Júnior *et al.* (2019), o procedimento com a pele de Tilápia-do-Nilo se destaca com resultados positivos nas mais diversas atuações clínicas, quando comparada ao tratamento convencional com sulfadiazina de prata, pois apresenta um menor custo ao longo da recuperação. A nova técnica de tratamento apresentou uma maior eficácia, pois além de aliviar as dores em 30 a 50 %, ela não necessita de trocas constantes, destacando-se com um melhor custo benefício (GIMENEZ *et al.*, 2019).

Desde que os testes em humanos começaram em 2016, o estado do Ceará tratou mais de 300 pacientes queimados com pele de Tilápia-do-Nilo. Com o uso nos demais estados, são mais de 500 pacientes em todo o Brasil. Nenhum desses pacientes demonstrou rejeição ou infecção. Os dados comprovaram o sucesso do procedimento, que também reduziu a dor da

queimadura, o tempo de tratamento e os custos hospitalares, que caiu em 50 % (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2021).

De acordo com TORRISI *et al.* (2018), uma paciente do sexo feminino foi avaliada pela escala similar da dor, entre zero a dez pontos. O nível da dor foi avaliado em dois instantes: o primeiro, durante a limpeza do ferimento antes de receber a pele de Tilápia-do-Nilo e o segundo sessenta segundos depois da aplicação da pele. Conforme relatado pela paciente, antes de receber o curativo a dor foi classificada em nove pontos e após sessenta segundos, já com a pele aplicada, a dor foi avaliada como nula.

Quando a ferida cicatriza, é necessário efetuar a remoção da pele de Tilápia-do-Nilo. Após a retirada, percebeu-se que a pele apresentou desorganização estrutural e uma menor quantidade de colágeno, ou seja, o colágeno foi transferido para a pele humana (VERDE *et al.*, 2021).

Santos, Nowacki e Gomes Junior (2020), sugerem a confecção de um creme, fabricado a partir da pele de Tilápia-do-Nilo, no qual, incluiria as biomoléculas que colabora nas fases proliferativas e de regeneração. Já que na maioria dos casos, as proteínas sintetizadas não são facilmente absorvidas pelas células, por causa do seu tamanho, carga elétrica ou polaridade. Em aspecto de creme, teria em sua composição as biomoléculas, como aminoácidos e peptídeos dispostos na pele animal, dessa maneira, poderia ser aplicado na pele lesionada. O desenvolvimento de um segundo produto, oriundo da pele de Tilápia-do-Nilo, iria contribuir de forma significativa, uma vez que a base principal da criação do produto é proveniente de resíduos que seriam descartados após a filetagem.

É evidente que a pele de Tilápia-do-Nilo tem eficiência no tratamento de lesões consequente de queimaduras, possui benefícios significativos ao paciente e ao sistema de saúde, já que na maioria das vezes não necessita de trocas, assim, auxilia no processo regenerativo, por causa de suas propriedades de regeneração celular, impede também a contaminação externa da lesão, pois há aderência no sitio anatômico lesionado, e consequentemente ajuda na diminuição do custo no tratamento de queimados (MIRANDA *et al.*, 2020).

Mediante comprovações da eficácia da pele de Tilápia-do-Nilo em queimaduras, a Universidade Federal do Ceará (UFC) se solidarizou com a explosão no porto de Beirute, no Líbano, e enviou 40 mil cm² de pele para ajudar no tratamento dos queimados, já que a explosão deixou mais de 5 mil feridos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2020).

A realidade de ter um curativo substituto cutâneo temporário ideal, ainda é distante, no entanto, o manuseio e aplicabilidade de curativos biológicos apresentam resultados pragmáticos funcionais e estéticos. Neste seguimento, a pele de Tilápia-do-Nilo é apresentada como um

curativo promissor, pois os ferimentos tratados com a pele animal, denotou um padrão de cicatrização elevado, devido sua facilidade de oclusão, assim, promove a redução da perda de fluidos e contribui para a formação de crostas (SILVA *et al.*, 2020).

Lima Júnior *et al.* (2020), ressalta a importância da ampliação do tratamento com a pele de Tilápia-do-Nilo e incentiva mais estudos e pesquisas, para que o método seja cada vez mais conhecido e inserido no sistema de saúde, atingindo países de média e baixa renda.

3.6. TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO

O teor de sólidos é para mostrar o valor real da massa da amostra, já o grau de intumescimento é para demonstrar que quanto menos água as amostras absorverem, menor a probabilidade de surgir microrganismo. E o teste de degradação, analisa a perda de massa, onde quanto menor a degradação maior sua eficácia, reduzindo a necessidade de trocas.

3.6.1. Teor de sólidos

O teor de sólidos é um método de caracterização que se baseia na secagem das amostras, em busca de se obter o valor real da massa. Para isso, pesa-se a massa inicial das amostras e depois do processo de secagem, quando a massa das amostras apresenta valores constantes (BRANCO, 2014).

3.6.2. Teor de Intumescimento

O teste de intumescimento é relacionado diretamente com a quantidade de água ou solução nutritiva que as amostras podem absorver, ou seja, o quanto as amostras são capazes de intumescerem (BORTOLIN, 2014). Para esse fim, as amostras devem ser pesadas enquanto secas, em seguida imersas em solução tampão fosfato-salino (PBS) e pesadas novamente após decorrido determinados tempos. Esse processo deve se repetir até que a massa das amostras fique constante (FERNANDES, 2009).

3.6.3. Teor de Degradação

O teste de degradação considera que as amostras em análise, deterioram-se com o passar do tempo, até se tornarem impróprias para uso (MONTEIRO, 2008). É um método de caracterização, cujo qual, é possível encontrar o valor da perda de massa. Para tal finalidade, as

amostras devem ser pesadas enquanto secas, em seguida imersas em solução aquosa e pesadas novamente após decorrido determinado tempo (FERNANDES, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Química Geral e Química Aplicada à Engenharia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) – Campus Caraúbas, cujo todos os equipamentos utilizados foram fornecidos pela instituição. Já em relação aos reagentes, uma parte foi fornecida pela instituição e outra parte adquirida comercialmente. Os equipamentos usados e os reagentes utilizados para a realização deste trabalho estão descritos no Quadro 1 e 2, respectivamente.

Quadro 1 - Equipamentos utilizados para a execução da metodologia.

Equipamentos	Fabricante
Agitador Mecânico	EduTec Modelo EEQ-9034
Balança Analítica	Shimadzu Modelo AUY220
Banho Maria	Nova Instruments
Estufa	Solab Científica
pHmetro	Instrutherm
Termômetro	Incoterm

Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 2 - Reagentes utilizados para a execução da metodologia.

Reagentes	Fabricante
Água Destilada	UFERSA
Cloreto de Sódio	Sciavikko
Cloridrato de Tetraciclina (500 mg)	MedQuímica Indústria Farmacêutica S.A.
Fosfato de Sódio Monobásico	Impex
Fosfato de Sódio	Alphatec
Glicerol	Fórmula Certa
Gluconato de Clorexidina (2 %)	Fórmula Certa
Soro Fisiológico (0,9 %)	ADV FARMA

Fonte: Autoria própria (2022).

4.2. MÉTODOS

As peles para os curativos oclusivos, foram obtidas de Tilápias-do-Nilo provenientes da cidade de Caraúbas/RN, através de um vendedor autônomo, após o processo de filetagem. As peles continham escamas e músculos, como mostra a Figura 6. Posteriormente, as amostras foram levadas para a Universidade Federal Rural do Semi-Árido, onde se deu início ao processo de preparação das peles.

Figura 6 - Peles de Tilápia-do-Nilo contendo escamas e músculos.



Fonte: Autoria própria (2022).

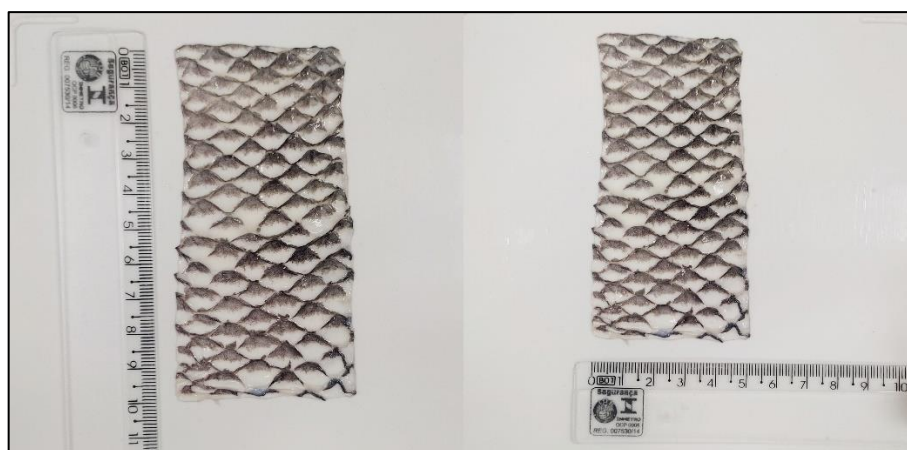
4.2.1. Higienização e cortes das peles de Tilápia-do-Nilo

A metodologia utilizada no processo de higienização e cortes das peles, foi adaptada de Lima-Junior (2017), no qual, foi dividida em duas etapas:

1ª Etapa: com as peles em temperatura ambiente, retirou-se as escamas de forma mecânica e logo após, lavou-se em água corrente com o intuito de retirar quaisquer resquícios de sangue e outras impurezas. Em seguida, removeu-se os excessos de músculos que ainda estavam ligados as peles.

2ª Etapa: posteriormente, as peles foram cortadas numa proporção de 10,0 cm × 5 cm, como exibido na Figura 7 e lavadas com soro fisiológico estéril (solução NaCl a 9 %).

Figura 7 - Peles de Tilápia-do-Nilo devidamente higienizadas e cortadas.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2.2. Preparação das peles de Tilápia-do-Nilo

Com o intuito de obter uma pele de Tilápia-do-Nilo ideal para ser usada como curativo biológico, adaptou-se a metodologia de Lima-Junior (2017), na qual foi dividida em 6 etapas:

1ª Etapa: colocou-se as peles devidamente higienizadas em um béquer limpo, contendo gluconato de clorexidina (solução com tensoativos) a 2 %, onde permaneceu por 30 minutos.

2ª Etapa: após a etapa anterior, as peles foram lavadas com soro fisiológico estéril e movidas para outro béquer, contendo também solução gluconato de clorexidina a 2 %, no qual permaneceram por mais 30 minutos.

3ª Etapa: posteriormente, as peles foram enxaguadas com soro fisiológico estéril e colocadas em um béquer que continha 50 % de glicerina e 50 % de soro fisiológico.

4ª Etapa: antes de completar 24 horas, as peles foram removidas da solução anterior, lavadas com soro fisiológico estéril e colocadas em um béquer contendo 75 % de glicerina e 25

% de soro fisiológico, e massageadas com o auxílio de um bastão de vidro por 5 minutos. Em seguida, o béquer contendo a solução e as peles foram colocados em banho-maria por 3 horas com um agitador mecânico a uma velocidade 140 rotações por minuto (rpm) e uma temperatura constante de 37 ± 2 °C.

5ª Etapa: após o tempo determinado, as peles foram removidas, lavadas com soro fisiológico estéril e inseridas em outro béquer contendo 100 % de glicerol e massageadas por 5 minutos na solução. O béquer contendo as peles e a solução foi novamente colocado em banho-maria por mais 3 horas com um agitador mecânico a uma velocidade 140 rpm e uma temperatura constante de 37 ± 2 °C.

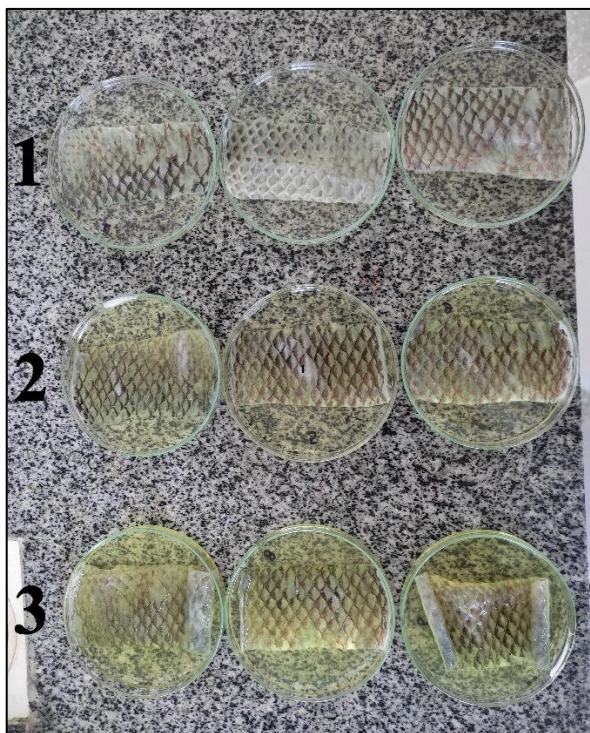
6ª Etapa: por fim, as peles foram retiradas da solução. Em seguida, removeu-se o excesso de solução de cada pele com o auxílio de um papel-toalha, para que, cada uma delas fossem pesadas individualmente. Dessa forma, as peles foram levadas a cabo para posterior caracterização.

Vale ressaltar que após todos os processos mencionados, as peles não podem ser aplicadas diretamente sobre a queimadura em humanos, tendo em vista, que para uma pele ser adequada para o uso na lesão, devem passar por um processo chamado de radioesterilização complementar.

4.2.3. Preparação das peles de Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina

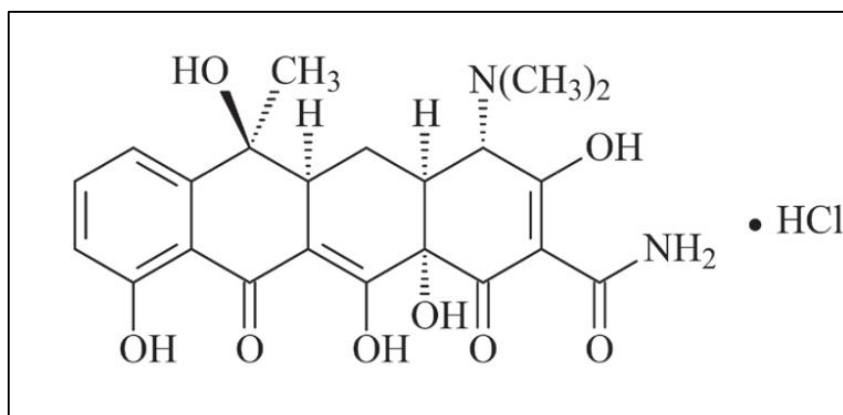
As peles de Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina (MedQuímica Indústria Farmacêutica S.A.), foram preparadas seguindo uma adaptação baseada no estudo sobre a preparação de membranas de quitosana com Sulfato de Condroitina de Fernandes (2009). As amostras usadas para a adição do fármaco, foram as obtidas após a preparação descrita no item anterior. Preparou-se 3 soluções aquosas distintas, contendo 0,5, 1,5 e 2,5 g/L de Cloridrato de Tetraciclina. Os testes foram feitos em triplicata para cada concentração diferente, onde permaneceram imersas por 24 h. Após o tempo decorrido, retirou-se o excesso de solução das amostras com um papel-toalha e posteriormente foram levadas para as caracterizações. As peles empregadas para a absorção do fármaco estão explícitas na Figura 8 e a estrutura química do Cloridrato de Tetraciclina é mostrada na Figura 9, respectivamente.

Figura 8 - Peles de Tilápia-do-Nilo imersas em solução de Cloridrato de Tetraciclina a 0,5 g/L (1), 1,5 g/L (2), 2,5 g/L (3), respectivamente.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9 - Estrutura química do Cloridrato de Tetraciclina.



Fonte: GOES JUNIOR; ROEDER; SILVA (2017).

4.2.4. Caracterização das peles de Tilápia-do-Nilo

De início, é necessário esclarecer que todas as análises experimentais foram realizadas em triplicata para elevar a confiabilidade de todo o processo. Para que todas as amostras fossem imersas por completo na determinação do grau de intumescimento e degradação, utilizou-se 40 mL de solução.

4.2.4.1. Teor de sólidos

Para a determinação do teor de sólidos das amostras de pele de Tilápia-do-Nilo sem e com Cloridrato de Tetraciclina, previamente tratadas, foi adaptado o procedimento de Branco (2014). Assim sendo, o teor de sólido foi determinado efetuando a pesagem das peles de Tilápia-do-Nilo (m_0), usando uma balança analítica. Posteriormente, as peles foram levadas à estufa a uma temperatura de 100 ± 2 °C e após 1 h foram retiradas e levadas para o dessecador, onde permaneceram por 1 h. Esse processo foi repetido até que a massa das peles se tornasse constante, assim, obtendo o valor da massa constante (m_s) de cada amostra. O teor de sólido foi calculado a partir da Equação 1.

$$T_s = \frac{m_s}{m_0} \cdot 100 \quad (\text{Eq: 1}).$$

Onde, T_s – Teor de sólidos; m_0 – Massa inicial da pele de Tilápia-do-Nilo e m_s – Massa constante da pele após a secagem.

4.2.4.2. Intumescimento

Para a determinação do grau de intumescimento das peles de Tilápia-do-Nilo sem e com Cloridrato de Tetraciclina, previamente tratadas, adaptou-se a metodologia de Franco (2014) e Fernandes (2009). Seguindo essa premissa, as amostras foram inicialmente pesadas após o processo de preparação inicial (m_i) e em seguida, imersas em solução tampão fosfato-salino ou *phosphate buffered saline* (PBS) com pH 7,00 (pH próximo ao do sangue).

Para realizar o intumescimento, o tempo de imersão utilizado foi sendo dobrado de 1 h até 48 h. A cada tempo citado, as amostras foram retiradas da solução e pesadas na balança analítica, removendo-se o excesso de solução com papel-toalha. Repetiu-se esse processo até que a massa das amostras permanecesse constante (m_f). Para o cálculo do grau de intumescimento, foi utilizado a Equação 2, que relaciona a massa das amostras secas e a massa das amostras intumescidas.

$$\% \text{ GI} = \frac{m_f - m_i}{m_i} \cdot 100 \quad (\text{Eq: 2}).$$

Onde, % GI – Grau de Intumescimento; m_i – Massa inicial da pele de Tilápia-do-Nilo e m_f – Massa final da pele de Tilápia-do-Nilo.

4.2.4.3. Teste de degradação

O teste de degradação das peles sem e com Cloridrato de Tetraciclina, previamente tratadas, foram adaptadas da metodologia de Fernandes (2009), Franco (2014). Por conseguinte, pesou-se cada uma das amostras após o processo de preparação inicial (m_i), em seguida foram imersas em solução tampão fosfato-salino (PBS). Depois de transcorridos 72 h as amostras foram removidas da solução, retirado o excesso de solução com papel-toalha e pesadas novamente (m_f). Dessa forma, foi possível determinar o grau de degradação fazendo o uso da Equação 3, como demonstrado a seguir.

$$\% \text{ PM} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100 \quad (\text{Eq: 3}).$$

Onde, % PM – Perda de massa; m_i – Massa inicial da pele de Tilápia-do-Nilo e m_f – Massa final da pele de Tilápia-do-Nilo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante de pesquisas, não foi encontrado nenhum estudo que relacionasse a pele de Tilápia-do-Nilo sem e com Cloridrato de Tetraciclina, previamente tratadas, com os testes realizados neste trabalho. Foi utilizado como comparativo, o estudo sobre membranas de quitosana e de quitosana com Cloridrato de Tetraciclina de Silva (2017). Porém, é necessário evidenciar que a pele de Tilápia-do-Nilo é uma amostra *in natura* e a membrana de quitosana é sintetizada.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO SEM E COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA

5.1.1. Determinação do teor de sólidos

O teor de sólidos permite a determinação do real valor da massa das amostras. Então, por meio dos dados da massa inicial (m_0) e da massa final após o processo de secagem (m_s), foi possível estabelecer o teor de sólidos das peles da Tilápia-do-Nilo sem e com Cloridrato de Tetraciclina, mediante aplicação dos dados na Equação 1. Os resultados obtidos para as peles sem Cloridrato de Tetraciclina estão expostos na Tabela 1. A análise completa contendo os valores até atingir massa constante, encontra-se no Apêndice A.

Tabela 1 - Resultado da análise de teor de sólido das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
m_0 (g)	2,6080	2,4408	3,1567	$2,7351 \pm 0,3057$
m_s (g)	2,0038	1,9094	2,4555	$2,1229 \pm 0,2383$
T_s (%)	76,83	78,23	77,79	$77,62 \pm 0,5880$

Fonte: Autoria própria (2022).

Após o processo de secagem, as peles sem Cloridrato de Tetraciclina, apresentaram aspecto elástico e maleável. Para a determinação do teor de sólidos das peles com Cloridrato de Tetraciclina, repetiu-se o mesmo processo citado anteriormente, utilizando a Equação 1 para a obtenção dos dados. Como o experimento foi feito em triplicata, a amostra 1 corresponde à média das amostras imersas na concentração de 0,5 g/L de fármaco, a amostra 2 refere-se a

média das peles imersas em 1,5 g/L e a amostra 3 condiz com a média das amostras imersas em 2,5 g/L de Cloridrato de Tetraciclina. Os resultados obtidos para as peles com Cloridrato de Tetraciclina estão exibidos na Tabela 2 e os demais valores atingidos durante a análise até atingir massa constante, estão explícitos no Apêndice B.

Tabela 2 - Resultado da análise de teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
m₀ (g)	3,7240±0,4570	12,394±2,1077	19,6550±1,8690
m_s (g)	0,7001±0,093	1,3196±0,1177	1,6756±0,2140
T_s (%)	18,80	10,65	8,52

Fonte: Autoria própria (2022).

Observando os valores das massas de cada amostra, percebeu-se que quanto maior a concentração de Cloridrato de Tetraciclina, mais solução as peles absorveram e consequentemente, menor o teor de sólidos. Coincidindo com a análise de Silva (2017), onde quanto maior a quantidade de quitosana na membrana com Cloridrato de Tetraciclina, menor o teor de sólido. Ou seja, quanto menos solução a pele absorver, mais rápido será a evaporação, ocasionando uma massa real maior. Ao comparar o teor de sólidos das amostras sem Cloridrato de Tetraciclina (77,62 %), com as amostras que contém Cloridrato de Tetraciclina (18,8 %), com o maior teor, as amostras das peles sem o fármaco apresentam o teor de sólidos muito superior as demais. Isso pode ser explicado devido a quantidade de água que as amostras com fármaco absorvem, em outras palavras, o Cloridrato de Tetraciclina absorve água, por esta razão a perda das amostras com e sem o fármaco foi diferente. Outro fator que pode ter influenciado nessa diferença, foi a temperatura usada na análise das amostras, por se tratar de amostras *in natura* a temperatura pode ter ultrapassado o limite de resistência que as amostras suportam. Comparando as amostras com fármaco a diferentes concentrações, percebe-se que o Cloridrato de Tetraciclina tem total influência na quantidade de absorção de água, uma vez que quanto maior a concentração dela, maior a absorção de água, assim, apresentando um menor teor de sólidos.

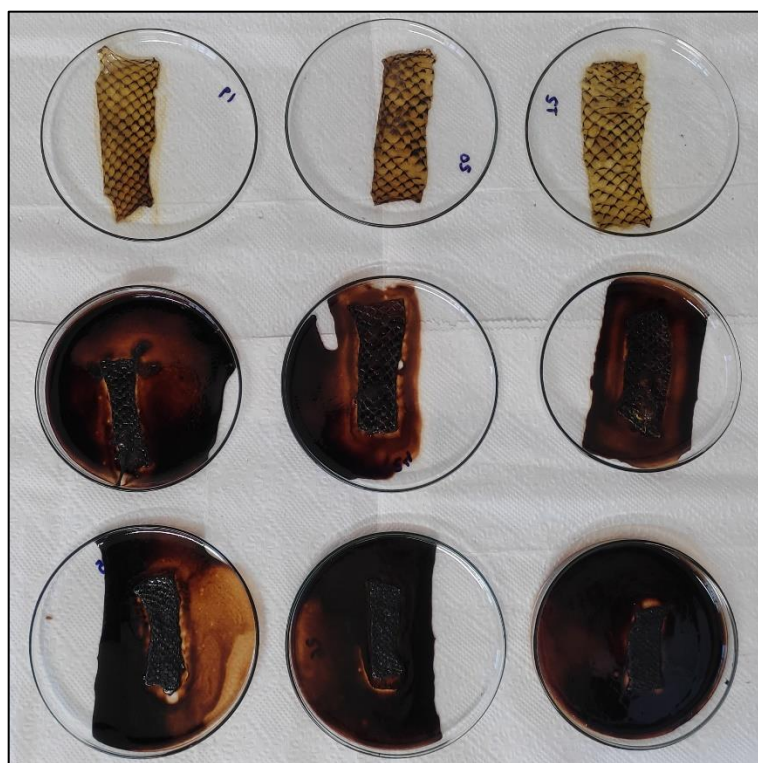
As Figuras 10 e 11, apresentam as peles de Tilápia-do-Nilo, após o processo de secagem, sem e com adição do Cloridrato de Tetraciclina, respectivamente.

Figura 10 - Amostras das peles sem Cloridrato de Tetraciclina, após o processo de secagem.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 11 - Amostras das peles com Cloridrato de Tetraciclina após secagem.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.2. Determinação do grau de intumescimento

Através dos dados obtidos, foi possível determinar o grau de intumescimento das amostras de pele de Tilápia-do-Nilo sem e com Cloridrato de Tetraciclina. O cálculo é alcançado por meio do valor da massa inicial (m_i), que condiz com a massa das amostras após o processo de preparação inicial, e da massa final (m_f), que representa a massa das amostras intumescidas, aplicadas na Equação 2. A Tabela 3 mostra a média das massas do grau de

intumescimento para as amostras sem Cloridrato de Tetraciclina e no Apêndice C tem-se a análise completa das amostras para todos os tempos analisados.

Tabela 3 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina e seus respectivos erros.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
m_i (g)	3,6103	3,5486	3,0516	3,4035±0,2501
m_f (g) - 1 h	3,0611	3,2715	2,4516	2,9280±0,3476
m_f (g) - 4 h	3,0741	3,0778	2,3909	2,8476±0,3229
m_f (g) - 24 h	2,6751	2,5861	2,0036	2,4216±0,2978
m_f (g) - 48 h	2,6057	2,5705	2,0013	2,3925±0,2769

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao analisar a Tabela 3 é possível notar uma perda de massa em todas as amostras, e ao inserir o valor da massa inicial (m_0) e da massa final (m_f) na Equação 2, obtém-se valores negativos. Ou seja, as amostras de pele não intumesceram, em outras palavras, as amostras não absorveram água. Por se tratar de amostras *in natura*, elas já contêm em seus interstícios água natural, impossibilitando a absorção de outras soluções nutritivas. As poucas lacunas existentes nas amostras, foram preenchidas na preparação inicial, onde passou pelo processo de limpeza com soro fisiológico estéril, gluconato de clorexidina e glicerina. Após todo o processo, as amostras sem Cloridrato de Tetraciclina apresentaram textura pegajosa. Já na membrana de quitosana, houve o intumescimento das amostras, pois a membrana é uma amostra sintetizada e possui vários interstícios vazios, facilitando a absorção de água ou solução. Neste caso, o grau de intumescimento aumentou nas duas primeiras horas e diminui com o passar do tempo (SILVA, 2017).

Para a determinação do grau de intumescimento das peles de Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina repetiu-se o processo citado anteriormente, seguindo a premissa de efetuar a média das massas de acordo com a concentração de cada solução, como evidenciado na Tabela 4 e no Apêndice D tem-se a análise completa das amostras para todos os tempos analisados. Onde, a amostra 1 corresponde à média das amostras imersas na concentração de 0,5 g/L de fármaco, a amostra 2 em 1,5 g/L e a amostra 3 em 2,5 g/L.

Tabela 4 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina e seus respectivos erros.

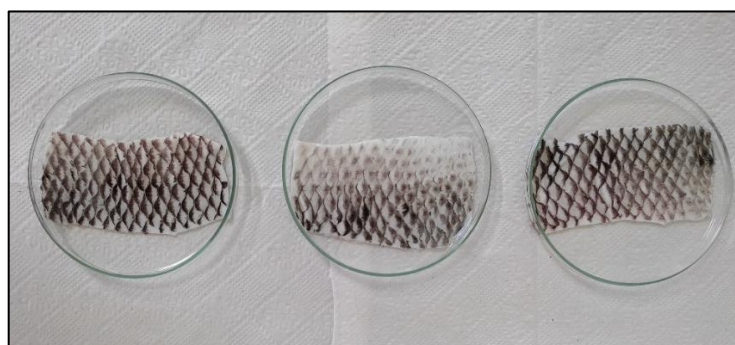
Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
m_i (g)	3,4001 $\pm$ 0,0434	10,6322 $\pm$ 1,0350	18,5559 $\pm$ 1,2879
m_f (g) - 1 h	2,6352 $\pm$ 0,1013	9,4815 $\pm$ 1,1064	16,9428 $\pm$ 1,2832
m_f (g) - 4 h	2,4026 $\pm$ 0,1703	8,7830 $\pm$ 1,0954	14,9924 $\pm$ 1,4252
m_f (g) - 24 h	2,0806 $\pm$ 0,1835	7,957 $\pm$ 1,1104	13,1609 $\pm$ 1,3654
m_f (g) - 48 h	2,0803 $\pm$ 0,1835	7,9565 $\pm$ 1,1103	13,1605 $\pm$ 1,3653

Fonte: Autoria própria (2022).

Por meio dos dados fornecidos na Tabela 4 e utilizando a Equação 2, percebe-se que as amostras com Cloridrato de Tetraciclina não intumesceram, assim como as amostras sem adição do fármaco. Diferentemente da membrana de quitosana com Cloridrato de Tetraciclina, que quanto menor o tempo imersão, maior foi o grau de intumescimento, e após transcorridos determinados tempos, houve o decaimento do grau (SILVA, 2017). Uma alta taxa de absorção de água, ocasiona uma diminuição na estabilidade estrutural da molécula de quitosana, acelerando o processo de degradação (FERNANDES, 2009), como também, provoca uma aceleração da degradação por ataque de microrganismos (ASSIS; SILVA, 2003). Assim, compreende-se que as amostras com a pele de Tilápia-do-Nilo são menos suscetíveis a ataques de microrganismos, em razão do não intumescimento. Após todo o processo, as peles de Tilápia-do-Nilo apresentaram aspecto sólido maleável.

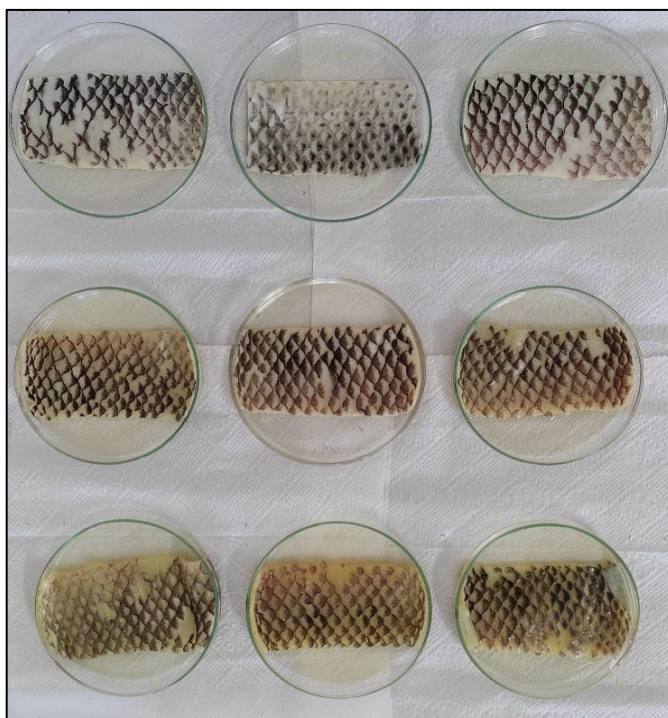
As Figuras 12 e 13, mostram as peles de Tilápia-do-Nilo, após o processo de intumescimento, sem e com adição do Cloridrato de Tetraciclina, respectivamente.

Figura 12 - Amostras das peles sem Cloridrato de Tetraciclina intumescidas com PBS.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 13 - Amostras das peles com Cloridrato de Tetraciclina intumescidas com PBS.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.3. Determinação do grau de degradação

O grau de degradação foi avaliado como sendo a perda de massa (% PM) das peles de Tilápia-do-Nilo previamente tratadas, sem e com Cloridrato de Tetraciclina, submersas em solução fosfato-salino ou *phosphate buffered saline* (PBS) por um período de 72 h. Sendo a massa inicial após o processo de preparação (m_i) e a massa final (m_f) após o processo de imersão. A perda de massa das peles sem Cloridrato de Tetraciclina foi calculada por meio da Equação 3. Os dados obtidos estão registrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado da análise do grau de degradação das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
m_i (g)	3,3183	2,2718	3,3260	$2,9720 \pm 0,4951$
m_f (g)	2,6049	1,5094	2,8075	$2,3073 \pm 0,5702$
PM (%)	21,50	33,56	15,59	22,36

Fonte: Autoria própria (2022).

Após o processo de degradação, as amostras apresentaram aspecto grudento. Foi notável uma perda de massa considerável, onde uma das amostras apresentou perda de 33,56 %. Porém, a estrutura física da pele permaneceu inteira, sem rasgaduras. Já uma das amostras de membrana de quitosana, apresentou perda de massa de 46,16 % (SILVA, 2017).

Após as peles ficarem imersas em soluções com proporções diferentes de Cloridrato de Tetraciclina e seguidamente imersas em solução fosfato-salino (PBS) por 72 h, foi necessário realizar a média das amostras que tinham em comum a mesma solução. Em posse dos valores e por meio da Equação 3, foi possível determinar o grau de degradação para as peles com Cloridrato de Tetraciclina, como exibido na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultado da análise do grau de degradação das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.

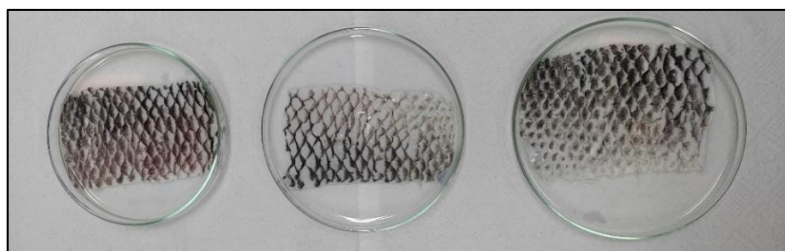
Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
m_i (g)	3,8666±0,2992	10,371±1,8686	19,9356±2,6662
m_f (g)	2,2269±0,0979	7,7461±1,6625	13,2767±1,6297
PM (%)	42,41	25,31	33,40

Fonte: Autoria própria (2022).

As peles de Tilápia-do-Nilo com Cloridrato de Tetraciclina, apresentaram maior perda de massa em relação as peles sem o fármaco, assim, apresentando menor estabilidade no ambiente de degradação. Entretanto, segundo a análise de Silva (2017), as membranas com Cloridrato de Tetraciclina demonstraram menor perda de massa quando comparadas as que continha apenas quitosana. Essa distinção é devido a quantidade de água que a pele *in natura* continha. Como citado anteriormente, quanto maior a absorção de água, maior a probabilidade de degradação e ataque de microrganismos.

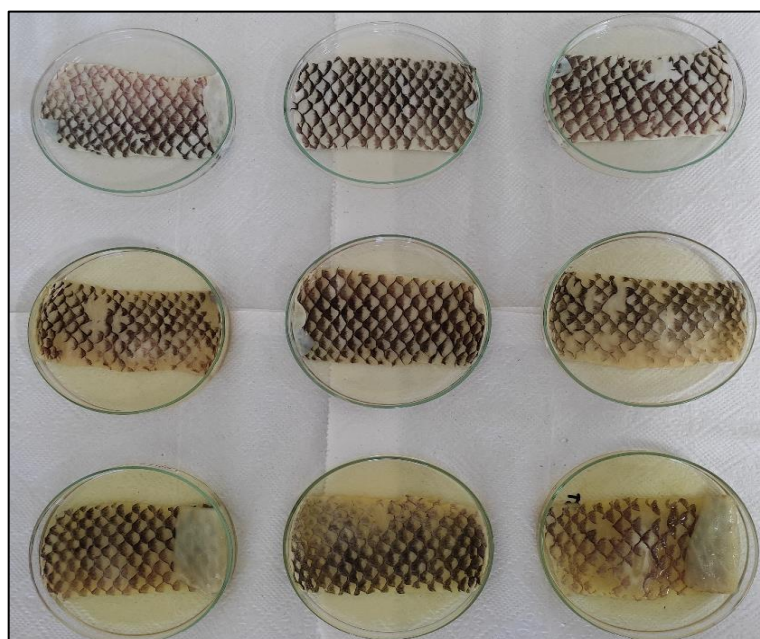
As amostras após o processo de degradação sem Cloridrato de Tetraciclina estão demonstradas na Figura 14 e as amostras com Cloridrato de Tetraciclina estão mostradas na Figura 15.

Figura 14 - Amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina após o processo de degradação.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 15 - Amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina após o processo de degradação.



Fonte: Autoria própria (2022).

É importante ressaltar, que a ausência dos pequenos fragmentos na superfície das amostras é devido o atrito entre a pele e o papel-toalha.

6. CONCLUSÕES

- As amostras sem Cloridrato de Tetraciclina apresentaram maior teor de sólidos, devido a menor absorção de água;
- As amostras com e sem Cloridrato de Tetraciclina não apresentaram intumescimento, uma vez que as amostras *in natura* já contêm água natural;
- Todas as amostras de pele de Tilápia-do-Nilo com e sem o fármaco resistiram ao teste de degradação durante as 72 h, não apresentaram rasgaduras ou deterioração;
- Os resultados das análises de intumescimento e degradação, mostraram que as peles sem Cloridrato de Tetraciclina podem ser mais eficazes no tratamento de queimaduras, uma vez que quanto menor a absorção de água, menor a degradação e ataques de microrganismos, fazendo com que a pele sem Cloridrato de Tetraciclina permaneça mais tempo no ferimento sem necessidade de trocas.

Este trabalho abre um leque de possibilidades para pesquisas futuras, sugerindo a utilização de outros fármacos e uma análise do teste de degradação para tempos superiores aos usados neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil., v. 14, n. 3, p. 203-210, dez./2015. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/16376/1/2015_art_apnnalves.pdf. Acesso em: 25 fev. 2022.

ALEXANDRE KATAOKA. **Pele: O Maior Órgão do Corpo Humano**. Disponível em: <https://www.alexandrekataoka.com.br/cirurgia-plastica/pele-o-maior-orgao-do-corpo-humano/#>. Acesso em: 3 mai. 2022.

ANDRADE, F. D. S. D. S. D; CLARK, R. M. D. O; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Rev. Col. Bras. Cir.**, periódico na Internet, v. 41, n. 2, p. 129-133, jul./2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcbc/a/mGfYSb5cKWMZtqFRGrDvDQR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 mar. 2022.

ANDRADE, M. G. L. D. *et al.* Evidências de alterações do processo de cicatrização de queimaduras em indivíduos diabéticos: revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Goiânia - GO, v. 12, n. 1, p. 42-48, fev./2013. Disponível em: <http://rbqueimaduras.org.br/export-pdf/143/v12n1a09.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 71 p. Disponível em: <https://analiticaqm Cresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2022.

ASSIS, O. B. G; SILVA, V. L. D. Caracterização Estrutural e da Capacidade de Absorção de Água em Filmes Finos de Quitosana Processados em Diversas Concentrações. **Polímeros**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228, dez./2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/c7JXG4bXysjrgGBJnqCjSBk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 jun. 2022.

BARCELLOS, L. G. *et al.* Características e evolução de pacientes queimados admitidos em unidade de terapia intensiva pediátrica. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, Porto Alegre - RS, v. 30, n. 3, p. 333-337, mai./2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/w9jmNwqBsbpL3jtPzDCXMqp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 mai. 2022.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE: MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Dia Nacional de Luta contra Queimaduras**. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/06-6-dia-nacional-de-luta-contra-queimaduras-2/>. Acesso em: 3 mai. 2022.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE: MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Queimaduras**. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/queimaduras/#:~:text=Queimadura%20%C3%A9%20toda%20les%C3%A3o%20provocada,%20C%20urtiga\)%20C%20entre%20outros](https://bvsmms.saude.gov.br/queimaduras/#:~:text=Queimadura%20%C3%A9%20toda%20les%C3%A3o%20provocada,%20C%20urtiga)%20C%20entre%20outros). Acesso em: 27 fev. 2022.

BOLGIANI, A. N.; SERRA, M. C. D. V. F. Atualização no tratamento local das queimaduras. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Buenos Aires - Argentina., v. 9, n. 2, p. 38-44, mai./2010. Disponível em: <http://www.rbqueimaduras.com.br/content/imagebank/pdf/v9n2.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2022.

BORTOLIN, A. **Desenvolvimento de nanocompósitos baseados em hidrogéis aplicados à liberação de nutrientes agrícolas**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Química, Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6607/6478.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 maio 2022.

BRAGA, V. A. F. *et al.* Benefícios do uso da pele de Tilápia para o tratamento de queimaduras: revisão integrativa de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 4, n. 6, p. 29328-29341, nov./2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/42009/pdf>. Acesso em: 29 abr. 2022.

BRANCO, F. A. A. C. **SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E REVESTIMENTO DA QUITOSANA COM ELETRODEPÓSITO DE Ni METÁLICO**. 2014. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Ciência e Tecnologia, Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <https://sigaa.ufersa.edu.br/sigaa/verProducao?idProducao=176139&key=a557bf6041476cb49966095edf1a39d5>. Acesso em: 25 maio 2022.

COUTINHO, J. D. S. L. *et al.* Novas propostas de curativos para o tratamento de queimaduras: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 4, n. 6, p. 24676-24684, nov./2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/39446/pdf>. Acesso em: 29 abr. 2022.

COSTA, B. A. *et al.* Use of Tilapia Skin as a Xenograft for Pediatric Burn Treatment: A Case Report. **Journal of Burn Care & Research**, Oxford, v. 40, n. 5, p. 714-717, mai./2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/jbcr/article-abstract/40/5/714/5492723?redirectedFrom=fulltext&login=false#no-access-message>. Acesso em: 29 abr. 2022.

COSTA, M. P.M.; FERREIRA, I. L. M. Avaliação do grau de intumescimento de hidrogéis à base de polissacarídeos preparados com diferentes agentes reticulantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 12., 2013, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: CBPol, 2013: Disponível em: <<http://e-democracia.com.br/cbpol/anais/2013/pdf/6G4B.pdf>>. Acesso em: 09 de junho de 2022.

CRUZ, B. D. F.; CORDOVIL, P. B. L.; BATISTA, K. D. N. M. Perfil epidemiológico de pacientes que sofreram queimaduras no Brasil: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Belém -PA, v. 11, n. 4, p. 246-250, ago./2012. Disponível em: <http://www.rbqueimaduras.com.br/export-pdf/130/v11n4a07.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

DATASUS. **MORBIDADE HOSPITALAR DO SUS - POR LOCAL DE RESIDÊNCIA - BRASIL**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nruf.def>. Acesso em: 28 fev. 2022.

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**, On-line, v. 112, n. 1, p. 174-176, mai./2019. Disponível em: <https://www.fertstert.org/action/showPdf?pii=S0015-0282%2819%2930327-9>. Acesso em: 4 mai. 2022.

DIAS, V. D. J. G. *et al.* Uso da pele de Tilápia (*Oreochromis Niloticus*) no tratamento de queimaduras superficiais. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 3593-3601, fev./2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/44468>. Acesso em: 29 abr. 2022.

FARAJI, N. *et al.* Treatment of severe extravasation injury in a newborn by using tilapia fish skin: A case report. **International Journal of Surgery Case Reports**, Urmia - Irã, v. 91, n. 1, p. 1-4, fev./2022. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2210261222000050?token=0AA5649C6D42D58351C946ABABAF529DC0380856EC2175F3A6782ADD13BF8052F8CCCF2626FEBC303F4292FFB9871DFC&originRegion=us-east-1&originCreation=20220429100046>. Acesso em: 29 abr. 2022.

FERNANDES, L. L. **Produção e caracterização de membranas de quitosana com sulfato de condroitina para aplicações biomédicas**. 2009. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia dos Materiais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003532.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

FERREIRA, E. *et al.* Curativo do paciente queimado: uma revisão de literatura. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 44-51, abr./2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/rR6kFCmNWZpyhW4rWjLtCBh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 mar. 2022.

FRANCO *et al.* COMPARAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA DO NILO, PACU E TAMBAQUI: HISTOLOGIA, COMPOSIÇÃO E RESISTÊNCIA. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba - Espanha, v. 62, n. 237, p. 21-32, jun./2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49525786003>. Acesso em: 27 abr. 2022.

FRANCO, P. B. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE QUITOSANA E CASCA DE BANANA VERDE PARA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Alfenas (Unifal-Mg), Poços de Caldas, 2014. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/bitstream/tede/614/5/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Patricia%20Battaglini%20Franco%202014.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

GE, B. *et al.* Comprehensive Assessment of Nile Tilapia Skin (*Oreochromis niloticus*) Collagen Hydrogels for Wound Dressings. **Marine Drugs**, China, v. 18, n. 4, p. 1-16,

mar./2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-3397/18/4/178/pdf?version=1585624371>. Acesso em: 7 mai. 2022.

GIMENEZ, C. E. A. *et al.* A pele da Tilápia no tratamento de queimaduras de segundo e terceiro graus, além de mais eficiente, é de baixíssimo custo. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, Internet, v. 87, n. 25, p. 1-2, abr./2019. Disponível em: <https://revistaenfermagematual.com/index.php/revista/article/view/148/54>. Acesso em: 26 abr. 2022.

GOES JUNIOR, E. J. A.; ROEDER, J. S.; SILVA, J. G. D. DETERMINAÇÃO CONDUTOMÉTRICA DE CLORIDRATO DE TETRACICLINA EM FORMULAÇÕES FARMACÊUTICAS. **Quim. Nova**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 952-956, mai./2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Kr3RnpjCBPS9hBD4M6xzXhP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 jun. 2022.

HUANG, C. *et al.* Isolation and characterization of fish scale collagen from tilapia (*Oreochromis sp.*) by a novel extrusion–hydro-extraction process. **Food Chemistry**, Taiwan, v. 190, n. 1, p. 997-1006, abr./2016. Disponível em: <https://ir.cnu.edu.tw/retrieve/59197/30977.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2022.

LEÃO, C. E. G. *et al.* Epidemiologia das queimaduras no estado de Minas Gerais. **Rev. Bras. Cir. Plást.**, Belo Horizonte - MG, v. 26, n. 4, p. 573-577, mar./2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcp/a/yZ3rD8gXyVmLhdQtLmSWL4Q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 mar. 2022.

LIMA JUNIOR, E. M. *et al.* Uso da pele de Tilápia do Nilo em medicina regenerativa: Status atual e perspectivas futuras. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, v. 19, n. 1, p. 78-83, out./2020. Disponível em: <http://www.rbqueimaduras.com.br/export-pdf/503/v19n1a13.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2022.

LIMA JÚNIOR, E. M. Tecnologias inovadoras: uso da pele da Tilápia do Nilo no tratamento de queimaduras e feridas. **Rev Bras Queimaduras**, Internet, v. 16, n. 1, p. 1-2, abr./2017. Disponível em: <http://www.rbqueimaduras.com.br/details/339/pt-BR/tecnologias-inovadoras-uso-da-pele-da-tilapia-do-nilo-no-tratamento-de-queimaduras-e-feridas>. Acesso em: 28 mar. 2022.

LIMA JÚNIOR, E. M. *et al.* Characterization of the microbiota of the skin and oral cavity of *Oreochromis niloticus*. **J. Health Biol Sci.**, Internet, v. 4, n. 3, p. 193-197, abr./2016. Disponível em: <https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/767/331>. Acesso em: 24 mar. 2022.

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**, Internet, v. 41, n. 3, p. 585-592, mai./2020. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/31824/27597.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 mai. 2022.

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**, [S.I.], v. 41, n. 2, p. 241-247, mar./2020. Disponível em:

<http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/31825/27598.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 mar. 2022.

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 xenoinxerto. **Rev. Bras. Cir. Plást.**, Fortaleza - CE, v. 35, n. 2, p. 243-248, mar./2019. Disponível em: <http://www.rbcp.org.br/details/2755/pt-BR/tratamento-de-queimaduras-de-segundo-grau-profundo-em-abdomen--coxas-e-genitalia--uso-da-pele-de-tilapia-como-um-xenoinxerto>. Acesso em: 24 mar. 2022.

LIMA-JUNIOR, E. M. *et al.* Uso da pele de Tilápia (*Oreochromis niloticus*), como curativo biológico oclusivo, no tratamento de queimaduras. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Fortaleza, CE, v. 16, n. 1, p. 10-17, jun./2017. Disponível em: <http://rbqueimaduras.org.br/export-pdf/341/v16n1a03.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2022.

LORDELLO, A. Z. *et al.* Leather of the tilapia, how healing in the treatment of burns. **Nursing & Care Open Access Journal**, Paraguai, v. 6, n. 4, p. 147-153, ago./2019. Disponível em: <https://medcraveonline.com/NCOAJ/NCOAJ-06-00199.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2022.

MANFREDI, G. G. D. P. **Utilização de pele de Tilápia para o reparo do palato após remoção de enxertos**. 2021. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Odontologia, Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia de Bauru, Bauru, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25152/tde-08122021-124815/publico/GustavoGoncalvesPradoManfredini.pdf>. Acesso em: 04 maio 2022.

MARTINS, C. B. *et al.* AVALIAÇÃO DO TEMPO DE CICATRIZAÇÃO E O USO DE ANALGÉSICOS EM PACIENTES PEDIÁTRICOS QUEIMADOS COM APLICAÇÃO DA PELE DA TILÁPIA COMO CURATIVO BIOLÓGICO OCLUSIVO NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS: ENSAIO CLÍNICO FASE II COM CRIANÇAS. **Encontros Universitários da UFC**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 1027-1027, jan./2018. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/eu/article/view/34298/74811>. Acesso em: 29 abr. 2022.

MARTINS, P. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA, MUTAGÊNICA E TOXICIDADE AGUDA DE DERIVADOS ANFIFÍLICOS DA O - carboximetilquitosana**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2010. Disponível em: <https://siaiap39.univali.br/repositorio/bitstream/repositorio/1485/1/Priscila%20Martins%20dissertacao.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

MEDEIROS, L. G.; KRISTENSEN, C. H.; ALMEIDA, R. M. M. D. Estresse pós-traumático em pacientes vítimas de queimaduras: uma revisão da literatura. **Aletheia**, Canoas - RS, v. /, n. 29, p. 177-189, 01 jun. 2009. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/aletheia/n29/n29a15.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2022.

MELO, M. D. S. *et al.* Enxerto de pele de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em reparo de úlcera em cornea de cão: relato de caso. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 367-375, jan./2022. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/43311/32553>. Acesso em: 1 mai. 2022.

MEURER, F. *et al.* Lipídeos na Alimentação de Alevinos Revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Paraná, v. 31, n. 2, p. 566-573, nov./2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/5CKBDHTR6HxzTgDT9QxjGJd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 mar. 2022.

MIRANDA, M. J. B. D. Viabilidade da pele de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico no tratamento de queimaduras: revisão da literatura. **FMO**, Olinda - PE, v. 1, n. 1, p. 49-52, mar./2018. Disponível em:

<https://afmo.emnuvens.com.br/afmo/issue/view/1/1>. Acesso em: 27 fev. 2022.

MIRANDA, M. J. B. D. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE XENOENXERTO (PELE DA TILÁPIA-DO-NILO) E HIDROFIBRA COM PRATA NO TRATAMENTO DAS QUEIMADURAS DE II GRAU EM ADULTOS**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Cirurgia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33439/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Marcelo%20Jos%c3%a9%20Borges%20de%20Miranda.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

MIRANDA, M. J. B. D; BRANDT, C. T. Xenoenxerto (pele da Tilápia-do-Nilo) e hidrofibra com prata no tratamento das queimaduras de II grau em adultos. **Rev. Bras. Cir. Plást**, Recife - PE, v. 34, n. 1, p. 79-85, nov./2018. Disponível em: <http://www.rbc.org.br/export-pdf/2349/v34n1a12.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.

MIRANDA, M. S. *et al.* PELE DE TILÁPIA-DO-NILO NO TRATAMENTO DE QUEIMADURA: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA. **Revista Atenas Higeia**, Passos MG, v. 2, n. 4, p. 31-36, dez./2020. Disponível em:

<http://www.atenas.edu.br/revista/index.php/higeia/article/download/70/62>. Acesso em: 26 fev. 2022.

MONTEIRO, R. B. **Utilização de Testes de Degradação em uma Situação Clínica**. 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Estatística, Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em:

<http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/mestrado/dissertacoes/dissertacaoRosiane.pdf>. Acesso em: 22 maio 2022.

NASCIMENTO, A. B. D. *et al.* O USO DA PELE DE TILÁPIA NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS. **Temas em Saúde**, João Pessoa, v. 2, n. 9, p. 128-143, mai./2020.

Disponível em: <https://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2020/05/art-06-FSM.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2022.

OLIVEIRA, A. L. T. D. *et al.* Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 1-8, mar./2022. Disponível em:

https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7757/1/2012_art_altoliveira.pdf. Acesso em: 20 jun. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Prevenção de queimaduras: histórias de sucesso e lições aprendidas.** Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/97938>. Acesso em: 5 mar. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Queimaduras.** Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/burns>. Acesso em: 28 fev. 2022.

PASSINI, Y.; AIUB, P. B. Uso de pele de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) em acidentes por queimadura em animais selvagens. **Apamvet**, Internet, v. 10, n. 2, p. 29-31, abr./2019. Disponível em: <https://publicacoes.apamvet.com.br/PDFs/Artigos/93.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PEIXE BR: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário 2022:** Peixe BR da Piscicultura. São Paulo, 2022.

QUEIROZ, B. B. D; TOMAZ, A. F. EFICÁCIA DO CURATIVO DE QUITOSANA NA CICATRIZAÇÃO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. **Revista Tema**, Paraíba, v. 21, n. 34, p. 68-82, dez./2020. Disponível em: <http://revistatema.facisa.edu.br/index.php/revistatema/article/viewFile/1534/pdf>. Acesso em: 6 mar. 2022.

ROCHA, J. L. F. D. N. *et al.* Qualidade de vida dos pacientes com sequelas de queimaduras atendidos no ambulatório da unidade de queimados do Hospital Regional da Asa Norte. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 3-7, jul./2016. Disponível em: <http://rbqueimaduras.org.br/export-pdf/286/v15n1a02.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2022.

SANTOS, C. M. M; NOWACKI, L.; GOMES JUNIOR, L. F. W. R. M. DA TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) ÀS VÍTIMAS DE QUEIMADURA: ESTUDO DIRECIONADO À POTENCIALIZAÇÃO DO REPARO TECIDUAL À PARTIR DE PELE DA TILÁPIA E FRAÇÕES. **Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde**, Curitiba, v. 13, n. 27, p. 83-95, jun./2020. Disponível em: <https://seer.utp.br/index.php/GR1/article/view/2636/2149>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SANTOS, T. S. D; ALENCAR, C. L. M. D. UTILIZAÇÃO DA PELE DA TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) COMO CURATIVO OCLUSIVO BIOLÓGICO EM FERIDAS CUTÂNEAS DE CÃES E GATOS. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, Paraná, v. 4, n. 1, p. 284-295, jun./2021. Disponível em: <http://www.themaetscientia.fag.edu.br/index.php/ABMVFAG/article/view/1521/1301>. Acesso em: 25 abr. 2022.

SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL: DIAGNÓSTICO E DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DE TILÁPIA. **IPEA**, Rio de Janeiro RJ, v. 1, n. 1, p. 1-35, ago./2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf. Acesso em: 5 mar. 2022.

SILVA, A. V. D. *et al.* Terapias aplicadas no tratamento das lesões por queimaduras de terceiro grau e extensão variável: revisão integrativa. **Revistas da USP**, Ribeirão Preto, v. 53, n. 4, p. 456-463, dez./2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/172357/166396>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SILVA, E. B. D. *et al.* Utilização de xenoenxerto para reparação tecidual no tratamento das queimaduras: revisão integrativa de literatura. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 10, p. 1-18, ago./2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/18560/16713/231687#:~:text=Os%20resultados%20concluem%20que%20o,custo%20benef%C3%ADcio%2C%20diminui%C3%A7%C3%A3o%20de%20infec%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 1 mai. 2022.

SILVA, S. C. D. *et al.* Uso da pele de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) como curativo biológico oclusivo em feridas de equinos: nota prévia. **Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 1-5, jun./2019. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/154079/158717>. Acesso em: 25 abr. 2022.

SILVA, T. M. D. *et al.* Fatores que interferem na cicatrização de queimaduras em adultos: Revisão integrativa da literatura. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Londrina - PR, v. 19, n. 1, p. 89-94, jul./2021. Disponível em: <http://rbqueimaduras.org.br/export-pdf/505/v19n1a15.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2022.

SILVA, Y. M. D. O. **FORMULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE QUITOSANA E DE QUITOSANA COM TETRACICLINA PARA FINS FARMACÊUTICOS**. 2017. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA. **Conheça a pele**. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/cuidados/conheca-a-pele/>. Acesso em: 3 mai. 2022.

SONG, W. *et al.* Physicochemical and Biocompatibility Properties of Type I Collagen from the Skin of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) for Biomedical Applications. **Marine Drugs**, China, v. 17, n. 3, p. 1-14, fev./2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6471296/pdf/marinedrugs-17-00137.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2022.

SOUZA, A. C. S. D. *et al.* Produção e caracterização de farinha e óleo de resíduo de curimba (*prochilodus lineatus*). **Brazilian Journal of Development Braz**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 40711-40730, jun./2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12193/10232>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SOUZA, M. L. R. D; SANTOS, H. S. L. D. ANÁLISE MORFOLÓGICA DA PELE DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) ATRAVÉS DA MICROSCOPIA DE LUZ. **Revista UNIMAR**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 881-888, ago./1997. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevUNIMAR/article/view/4566/3116>. Acesso em: 6 mar. 2022.

SOUZA, M. L. R. D. *et al.* Avaliação da resistência da pele de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 361-367, jul./2006. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/54/20>. Acesso em: 23 mar. 2022.

SOUZA, M. L. R. *et al.* Análise da Pele de Três Espécies de Peixes: Histologia, Morfometria e Testes de Resistência. **R. Bras. Zootec**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1551-1559, out./2003.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/vyLNbg83xzJfcXJ5SPN7ZSJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 jun. 2022.

TRIBUNA DO NORTE. **Queimaduras crescem 38% no estado do Rio Grande do Norte.**

Disponível em: [http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/queimaduras-crescem-38-no-rn/532339#:~:text=No%20ano%20de%202021%2C%20foram,rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202020%20\(302\).&text=Desse%20n%C3%BAmero%20total%2C%202023%20atendimento,s,n%C3%BAmero%20correspondeu%20a%20179%20interna%C3%A7%C3%B5es](http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/queimaduras-crescem-38-no-rn/532339#:~:text=No%20ano%20de%202021%2C%20foram,rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202020%20(302).&text=Desse%20n%C3%BAmero%20total%2C%202023%20atendimento,s,n%C3%BAmero%20correspondeu%20a%20179%20interna%C3%A7%C3%B5es).

Acesso em: 7 mai. 2022.

TORRISI, A. C. *et al.* Pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como curativo

biológico no tratamento de queimaduras: Relato de caso. **Acadêmica da Faculdade de Medicina de Olinda**, Recife, v. 2, n. 2, p. 65-68, fev./2018. Disponível em:

<https://afmo.emnuvens.com.br/afmo/article/view/37/35>. Acesso em: 24 mar. 2022.

VAZ, L. C. S. *et al.* EXTRAÇÃO DO COLÁGENO A PARTIR DE PELE DE PEIXE DA ESPÉCIE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) DO RIO E REPRESA.

AGRARIAN ACADEMY, Goiânia, v. 7, n. 14, p. 36-43, dez./2020. Disponível em:

<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2020B/extracao.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

UFMG. **Uso do álcool aumenta acidentes com queimaduras na pandemia.** Disponível em:

<https://www.medicina.ufmg.br/uso-do-alcool-aumenta-acidentes-com-queimaduras-na-pandemia/#:~:text=Uso%20do%20%C3%A1lcool%20aumenta%20acidentes%20com%20queimaduras%20na%20pandemia,-%E2%80%9CJunho%20Laranja%E2%80%9D%2C&text=Ao%20alcance%20das%20m%C3%A3os%20e,em%20gel%2C%20exige%20aten%C3%A7%C3%A3o%20r>.

Acesso em: 5 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Especial Pele de Tilápia: fique por dentro da pesquisa revolucionária iniciada na UFC.** Disponível em:

<https://www.ufc.br/noticias/noticias-de-2021/15390-especial-pele-de-tilapia-fique-por-dentro-da-pesquisa-revolucionaria-iniciada-na-ufc>. Acesso em: 4 mai. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Mais de 300 vítimas de queimaduras já foram tratadas com pele de Tilápia no Ceará.** Disponível em: <https://www.ufc.br/noticias/15387-mais-de-300-vitimas-de-queimaduras-ja-foram-tratadas-com-pele-de-tilapia-no-ceara>.

Acesso em: 4 mai. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Reconhecimento: pesquisa com pele de Tilápia, desenvolvida na UFC, é a grande vencedora do Prêmio Euro Inovação em Saúde.**

Disponível em: <https://www.ufc.br/noticias/15059-reconhecimento-pesquisa-com-pele-de-tilapia-desenvolvida-na-ufc-e-a-grande-vencedora-do-premio-euro-inovacao-em-saude>. Acesso em: 25 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **NPDM está preparado para doação de pele de Tilápia a ser usada no tratamento de queimados no Líbano.** Disponível em:

<https://www.ufc.br/noticias/noticias-de-2020/14900-npdm-esta-preparado-para-doacao-de-pele-de-tilapia-a-ser-usada-no-tratamento-de-queimados-no-libano-2>. Acesso em: 25 abr. 2022.

VERDE, M. E. Q. L. *et al.* Nile tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) for burn treatment: ultrastructural analysis and quantitative assessment of collagen. **Acta Histochemica**, Internet, v. 123, n. 6, p. 1-8, jun./2021. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/32581/28352.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 mai. 2022.

VIDAL-CAMPELLO, J. M. A. *et al.* APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE TILÁPIA COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL DA COMUNIDADE DO AÇUDE SACO I, SERRA TALHADA-PE. **EXTENSÃO & CIDADANIA**, Pernambuco, v. 8, n. 14, p. 45-59, dez./2020. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/recuesb/article/view/7818/5340>. Acesso em: 20 jun. 2022.

WANG, T. *et al.* Biocompatibility, hemostatic properties, and wound healing evaluation of tilapia skin collagen sponges. **Journal of Bioactive and Compatible Polymers**, China, v. 36, n. 1, p. 44-58, jul./2021. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0883911520981705>. Acesso em: 29 abr. 2022.

ZHOU, T. *et al.* Electrospun tilapia collagen nanofibers accelerating wound healing via inducing keratinocytes proliferation and differentiation. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, China, v. 143, n. 1, p. 415-422, mar./2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927776516302089?via%3Dihub>. Acesso em: 29 abr. 2022.

**APÊNDICE A - RESULTADO DA ANÁLISE DE TEOR DE SÓLIDO DAS
AMOSTRAS DE PELE SEM CLORIDRATO DE TETRACICLINA**

Tabela 7 - Análise completa do teor de sólido das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	Ts (%)
m₀ (g)	2,6080	2,4408	3,1567	2,7351±0,3057	-
Após 1h	2,2081	2,1108	2,6976	2,3388±0,2567	85,51
Após 2h	2,0605	1,9588	2,5184	2,1792±0,2433	79,67
Após 3 h	2,0155	1,9234	2,4594	2,1327±0,2340	77,97
Após 4h (ms)	2,0038	1,9094	2,4555	2,1229±0,2383	77,62

Fonte: Autoria própria (2022).

**APÊNDICE B - RESULTADO DA ANÁLISE DE TEOR DE SÓLIDO DAS
AMOSTRAS DE PELE COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA**

Tabela 8 - Média das massas do teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
m₀ (g)	3,7240±0,4570	12,394±2,1077	19,6550±1,8690
Após 1 h	0,8102±0,1204	2,2058±0,3587	5,9979±1,6899
Após 2 h	0,7216±0,1050	1,3436±0,1115	1,8023±0,2045
Após 3 h	0,7074±0,0994	1,3278±0,1171	1,7213±0,1909
Após 4 h	0,7001±0,093	1,3196±0,1177	1,6756±0,2140
(ms)			

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 9 - Resultado da análise completa do teor de sólido das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
% Ts (1 h)	21,76	17,80	30,51
% Ts (2 h)	19,38	10,84	9,17
% Ts (3 h)	18,99	10,71	8,76
% Ts (4 h)	18,80	10,65	8,52

Fonte: Autoria própria (2022).

**APÊNDICE C – RESULTADO DO INTUMESCIMENTO DAS AMOSTRAS DE PELE
SEM CLORIDRATO DE TETRACICLINA**

Tabela 10 - Resultado da análise completa do grau de intumescimento das amostras de pele sem Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
m₀ (g)	3,6103	3,5486	3,0516	3,4035±0,2501
Após 1 h	3,0611	3,2715	2,4516	2,9280±0,3476
Após 2 h	3,0652	2,9473	2,2613	2,7579±0,3544
Após 4 h	3,0741	3,0778	2,3909	2,8476±0,3229
Após 8 h	3,1260	3,0226	2,3711	2,8399±0,3341
Após 16 h	2,9578	2,9436	2,4299	2,7771±0,2455
Após 24 h	2,6751	2,5861	2,0036	2,4216±0,2977
Após 48 h	2,6057	2,5705	2,0013	2,3925±0,2769
m_s (g)				

Fonte: Autoria própria (2022).

**APÊNDICE D – RESULTADO DO INTUMESCIMENTO DAS AMOSTRAS DE PELE
COM CLORIDRATO DE TETRACICLINA**

Tabela 11 - Média das massas do grau de intumescimento das amostras de pele com Cloridrato de Tetraciclina.

Amostra (40 mL)	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
m₀ (g)	3,4001±0,0434	10,6322±1,0350	18,5559±1,2879
Após 1 h	2,6352±0,1013	9,4815±1,1064	16,9428±1,2832
Após 2 h	2,5079±0,1317	9,2377±1,0447	15,9281±1,3739
Após 4 h	2,4026±0,1703	8,7830±1,0954	14,9924±1,4252
Após 8 h	2,399±0,1710	8,7836±1,0973	14,0366±1,1922
Após 16 h	2,2115±0,1842	8,2176±0,9981	13,5260±1,1830
Após 24 h	2,0806±0,1835	7,957±1,1104	13,1609±1,3654
Após 48 h	2,0803±0,1835	7,9565±1,1103	13,1605±1,3653
m_s (g)			

Fonte: Autoria própria (2022).