



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM DEFESA SANITÁRIA
ANIMAL – CURSO DE MESTRADO

JULIANA MARIA ALVES CALDAS

ELABORAÇÃO DE “COURO ECOLÓGICO” DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) COM A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL SUSTENTÁVEL DISPONÍVEL NA BIODIVERSIDADE MARANHENSE

São Luís

2024

JULIANA MARIA ALVES CALDAS

ELABORAÇÃO DE “COURO ECOLÓGICO” DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) COM A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL SUSTENTÁVEL DISPONÍVEL NA BIODIVERSIDADE MARANHENSE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal (Curso de Mestrado) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Defesa Sanitária Animal.

Orientadora: Profa Dr^a. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

São Luís

2024

Caldas, Juliana Maria Alves.

Elaboração de “couro ecológico” de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) com a utilização de material sustentável disponível na biodiversidade maranhense / Juliana Maria Alves Caldas. – São Luís, 2024.
92 f

Dissertação (Mestrado Profissional) - Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Animal, Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra.

1. Pele. 2. Peixes. 3. Taninos. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDU: xxx.x.xxx.x(xxx.x)

JULIANA MARIA ALVES CALDAS

ELABORAÇÃO DE “COURO ECOLÓGICO” DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) COM A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL SUSTENTÁVEL DISPONÍVEL NA BIODIVERSIDADE MARANHENSE

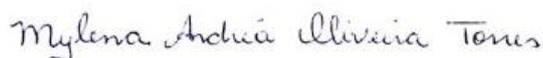
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal (Curso de Mestrado) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Defesa Sanitária Animal.



Profa. Dr^a. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Orientadora

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Profa. Dr^a. Mylena Andrea Andréa Oliveira Torres

1º Membro/Examinador Externo

Uniceuma (CEUMA)



Profa. Dr^a. Viviane Correa Silva Coimbra

2º Membro/Examinador Interno

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

AGRADECIMENTOS

À Deus, autor da vida e fonte de amor supremo, por ter me abastecido de coragem e entusiasmo no desenvolvimento deste projeto. À minha Mãe Querida, Mãe de Deus e nossa, a Virgem Maria.

À minha família por todo suporte e por ser uma família unida e que desde sempre me incentivou, mostrando que somos capazes de realizar nossos sonhos quando vamos à luta pelos nossos objetivos. Agradeço em especial à minha mãe Giovana, tio Ângelo e Ingrácia, aos meus irmãos Bruno, Jaine, Jamile, Jairo e João Gabriel, amo vocês. Aos meus filhos peludos, meus gatinhos Mel e Frajola, pelos afagos durante a escrita deste trabalho.

À minha querida orientadora Profa. Nancyleni Pinto Chaves Bezerra que com seu jeito acolhedor e sábio me deu a melhor orientação que eu poderia receber no desenvolvimento desta dissertação, sempre me entregando os melhores conselhos e ensinamentos que me fizeram não desanimar e seguir em frente.

Aos colegas do Laboratório de Inspeção, Microbiologia e Sanidade de Organismos Aquáticos (LIMSOA), em especial as colegas Lucileia, Marlyne, Greiciene e Amanda, obrigada por todo o suporte e incentivo.

À coordenadora do Programa de Pós-Graduação, Prof^a Viviane Coimbra e aos professores do programa, por toda a experiência e conhecimentos transmitidos ao longo destes anos de mestrado. À secretária do Programa de Pós-Graduação Maria da Conceição da Silva Nascimento, por toda a paciência em sanar minhas dúvidas, pelo apoio e parceria constantes.

Aos colegas da 9^a turma do mestrado, pelos 2 anos de parceria e aprendizado mútuo, em especial à Letícia de Melo e Rafaely Almeida. À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela concessão da bolsa. E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, expresso os meus mais sinceros agradecimentos.

*“Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível, e de repente você
estará fazendo o impossível.”*

São Francisco de Assis

RESUMO

O Maranhão apresenta forte potencial para a piscicultura e o apoio governamental, de universidades, pesquisadores e produtores à esta atividade produtiva convergiu para a consolidação do Estado como um dos principais produtores de peixes cultivados da região Nordeste. Da atividade pesqueira e do beneficiamento de peixes são geradas grandes quantidades de resíduos e com vistas a diminuir os impactos ambientais originados do descarte incorreto deles, estimula-se o aproveitamento integral do pescado, como o curtimento de peles. Nesse contexto, objetivou-se com o estudo elaborar “couro ecológico” de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) com a utilização de material sustentável disponível na biodiversidade maranhense. Para isso, o estudo foi dividido em três etapas: (i) levantamento bibliográfico sobre a temática em estudo; (ii) curtimento de 10 quilos de peles de tilápia com a utilização de cascas da espécie tanífera *Schinus terebinthifolius* (aroeira) como fonte de curtente, pericarpo de *Attalea speciosa* (babaçu) como origem do acidulante e, folha de *Carica papaya* (mamoeiro) como fonte de enzima proteolítica (papaína). O curtimento foi realizado em três fases: (1) ribeira – lavagem, remolho, caleiro, descarte, purga e desengraxe; (2) curtimento – píquela e curtimento; e, (3) acabamento – neutralização, recurtimento, engraxe, secagem e amaciamento; e, (iii) elaboração de dois guias orientativos com ISBN: volume 1 - Sistema Tegumentar em Peixes; e, volume 2 - Curtimento de Pele de Peixes – Transformação da Pele em Couro. Como resultados, o couro produzido após o processo de curtimento mostrou-se preservado de processos autolíticos e de contaminação microbiana, com coloração marrom-avermelhada típica do extrato de aroeira, textura firme, porém algumas ressecadas e com excesso de oleosidade em suas superfícies. Conclui-se que o curtimento de pele de tilápia do Nilo proposto é de fácil execução, baixo custo e seu fluxograma de produção, com a utilização de produtos caseiros e acessíveis, propicia a replicação do processo em comunidades, inclusive as pesqueiras e aquícolas, o que converge para incremento da renda para muitas famílias. No estado do Maranhão seria uma tecnologia de uso promissor nos polos de produção de peixes como, a Baixada Ocidental, Baixada Oriental, Região Sul (ou Gerais de Balsas) e Região Tocantina. Por fim, com a metodologia proposta e os guias orientativos produzidos (ilustrado e em linguagem acessível), infere-se que a dissertação está em consonância com a missão das universidades em produzir e difundir conhecimento intramuros e extramuros. E, ainda, com os princípios extensionistas - interação dialógica, interdisciplinaridade, indissociabilidade entre o ensino-pesquisa-extensão, impacto na formação do estudante e na transformação social.

PALAVRAS-CHAVE: Pele. Peixes. Taninos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Maranhão has strong potential for fish farming and the support from the government, universities, researchers and producers for this productive activity has converged towards consolidating the State as one of the main producers of farmed fish in the Northeast region. Large amounts of waste are generated from fishing activities and fish processing, and with a view to reducing the environmental impacts caused by their incorrect disposal, the full use of fish is encouraged, such as skin tanning. In this context, the objective of the study was to produce “ecological leather” from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) using sustainable material available in the biodiversity of Maranhão. To this end, the study was divided into three stages: (i) bibliographical survey on the topic under study; (ii) tanning 10 kilos of tilapia skins using shells of the tanning species *Schinus terebinthifolius* (mastic tree) as a source of tanning agent, pericarp of *Attalea speciosa* (babaçu) as the source of the acidifier and, *Carica papaya* (papaya) leaf as source of proteolytic enzyme (papain). Tanning was carried out in three phases: (1) riverside – washing, soaking, liming, stripping, purging and degreasing; (2) tanning – pickling and tanning; and, (3) finishing – neutralization, retanning, greasing, drying and softening; and, (iii) preparation of two guides with ISBN: volume 1 - Integumentary System in Fish; and, volume 2 - Fish Skin Tanning – Transformation of Skin into Leather. As a result, the leather produced after the tanning process was preserved from autolytic processes and microbial contamination, with a reddish-brown color typical of mastic extract, a firm texture, but some dryness and excess oil on its surfaces. It is concluded that the proposed Nile tilapia skin tanning is easy to execute, low cost and its production flowchart, with the use of homemade and accessible products, allows the replication of the process in communities, including fishing and aquaculture communities, the which converges to increase income for many families. In the state of Maranhão, it would be a technology for promising use in fish production centers such as Baixada Oeste, Baixada Oriental, Southern Region (or Gerais de Balsas) and Tocantina Region. Finally, with the proposed methodology and the guidance guides produced (illustrated and in accessible language), it is inferred that the dissertation is in line with the mission of universities to produce and disseminate intramural and extramural knowledge. And, also, with extensionist principles - dialogical interaction, interdisciplinarity, inseparability between teaching-research-extension, impact on student training and social transformation.

KEYWORDS: Skin. Fish. Tannins. Sustainability.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

Tabela 1. Etapas e materiais necessários para elaboração de couro de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	42
---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO III

- Figura 1.** Procedimento de extração de taninos de cascas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira): (a) aquecimento das cascas; (b) coagem da solução de aroeira; (c) extrato final de aroeira.....39
- Figura 2.** Processamento de pericarpo de babaçu (*Attalea speciosa*) e folha de mamoeiro (*Carica papaya*) para curtimento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): (a) moinho de facas; (b) pericarpo de babaçu triturado; (c) estufa de circulação forçada com bandejas contendo folhas de mamoeiro; (d) pó de folhas de mamoeiro em almofariz, após passar por trituração manual e peneiramento.....39
- Figura 3.** Processo sustentável de curtimento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Fase de ribeira – (a) lavagem; (b) remolho; (c) pesagem; (d) caleiro; (e) descarne; (f) purga; e, (g) desengraxa. Fase de curtimento – (h) píquel; (i) curtimento das peles. Fase de Acabamento: (j) neutralização; (k) recurtimento; (l) engraxe; (m) secagem; (n) couro.....41

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.1 Justificativa e Importância do Trabalho.....	15
1.2 Objetivos.....	16
1.2.1 Geral.....	16
1.2.2 Específicos.....	16
1.3 Estrutura do Trabalho de Qualificação de Mestrado.....	17
REFERÊNCIAS.....	17

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1 Pele.....	21
2.1.1 Pele nos Peixes.....	22
2.2 Mercado de Couro no Brasil.....	23
2.3 Tecnologia para Curtimento de Peles de Peixe.....	25
2.3.1 Etapas do pré-curtimento da pele.....	25
2.3.1.1 <i>Esfola</i>.....	25
2.3.1.2 <i>Conservação das peles</i>.....	25
2.4 Processo de Curtimento.....	26
2.4.1 Fase de ribeira.....	26
2.4.2 Fase de curtimento.....	27
2.4.3 Fase de acabamento.....	27
2.5 Curtimento com Cromo Trivalente.....	28
2.6 Curtimento Sintético.....	28
2.7 Curtimento Vegetal.....	28
2.7.1 Taninos.....	29
2.8 Teste Físico-Mecânico do Couro.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

CAPÍTULO III

Alternativas tecnológicas sustentáveis para a elaboração de couro de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	36
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
Amostras.....	38
Peles de Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	38
Espécies Vegetais.....	38
Processamento de Espécies Vegetais.....	38
Preparação do extrato de casca de aroeira.....	38
Preparação do pericarpo de babaçu e folhas de mamoeiro.....	39
Processo de curtimento.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

CAPÍTULO IV

4. GUIAS ORIENTATIVOS.....	50
4.1 Guia Orientativo – volume 1: Sistema Tegumentar em Peixes.....	50
4.2 Guia Orientativo – volume 2: Curtimento de Pele de Peixes – Transformação da Pele em Couro.....	71

CAPÍTULO V

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
-------------------------------------	-----------

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, a piscicultura brasileira apresentou aumento na produção em todo território, em razão de um maior desenvolvimento gerado por avanços na profissionalização do setor. A demanda do mercado doméstico é um fator que impulsionou esse crescimento, com apenas 6.542 toneladas (1,13%) do total da produção brasileira de peixes (579 mil toneladas) destinadas à exportação no ano de 2019 (Ibge/PPM, 2019; Ciaqui, 2019).

Segundo dados da Associação Brasileira de Piscicultura (PEIXE BR) referente ao ano de 2022, o Maranhão foi o sexto maior produtor nacional de peixes de cultivo, produzindo 50.300 toneladas, liderando a produção na região Nordeste. No Estado são cultivados peixes nativos como tambaqui, pirarucu, piraíba, pirarara, pacu, dourado, surubim e tucunaré (Viana *et al.*, 2022), além da tilápia que representa a espécie mais cultivada na piscicultura brasileira, representando 63,93% da produção (Associação Brasileira da Piscicultura, 2023).

Os principais fatores que fazem a tilápia ser o peixe mais cultivado pelos piscicultores nordestinos, em consonância com o cenário nacional são: (i) adaptação destes peixes às diversas condições de cultivo; (ii) ciclo de engorda relativamente curto; (iii) aceitação a múltiplas alimentações; (iv) rusticidade; (v) altas densidades de povoamento; e, (vi) carne palatável e saudável, com boa aceitação pelo consumidor (Ximenes; Vidal, 2023).

Em razão de mudanças socioeconômicas e culturais ocorridas nas últimas décadas no Brasil e ao estilo de vida mais acelerado que são marcas do século XXI, os consumidores de peixes têm procurado por produtos de mais fácil preparo, como cortes específicos, pratos pré-prontos, produtos com embalagens mais práticas e porções de menor tamanho (Sebrae, 2015; Pedroza *et al.*, 2014). Dessa forma, é crescente o interesse do consumidor pelo filé de peixe e a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) adequa-se muito bem a indústria de filetagem, devido à ausência de espinhos musculares em “Y” e por ter o filé com características organolépticas muito bem aceitas (Meurer *et al.*, 2003).

De maneira diretamente proporcional ao incremento da piscicultura no Brasil, tem aumentado de forma significativa a produção de filés para o mercado interno e para exportações. Esse processamento, no entanto, é responsável pela geração de subprodutos ou resíduos (Nascimento, 2009). Os resíduos mais gerados do beneficiamento de peixes são cabeça, nadadeiras, escamas, vísceras e peles, os quais podem alcançar até 70 % em relação ao peso total do animal (Boscolo *et al.*, 2008). Dentre os resíduos, somente as peles contribuem com 5 a 10 % deste total e a variação nesse percentual depende da espécie e do tamanho de peixe (Franco *et al.*, 2014).

A ausência de direcionamento a estes resíduos gera desperdício ou subutilização da matéria-prima que possui grande potencial alternativo de beneficiamento. Especificamente sobre a tilapicultura, ela origina resíduos que correspondem a 54 % do peso total do animal, tais como vísceras e carcaças, sendo que este resíduo da filetagem poderia ser aproveitado como matéria-prima para produção de novos produtos (Vidotti; Borini, 2006).

A pele é um subproduto nobre e com elevada qualidade, que pode adquirir valor econômico agregado por meio do processo de curtimento¹ - transformação de pele em couro (Souza, 2004). Ele é um processo difundido mundialmente, pouco complexo e de boa aplicabilidade, tornando-se uma alternativa para a redução de resíduos gerados, com possibilidade de geração de renda (Franco *et al.*, 2014).

No curtimento da pele de peixe são adicionadas substâncias curtentes logo após a remoção do material interfibrilar e separação das fibras. Estes agentes podem ser de origem química e/ou vegetal, e preservam a matéria-prima da putrefação, ocasionada por processos autolíticos da própria pele ou ação bacteriana. Como resultado, tem-se um material imputrescível, com características de maciez, elasticidade, flexibilidade e com qualidade físico-mecânicas (Hoinacki, 1989).

A transformação da pele em couro consiste em uma série de operações (etapas mecânicas) e processos (etapas químicas) que visam preparar as peles para receber os produtos químicos. O método empregado para confecção do couro é o mesmo utilizado para peles de outras espécies de animais, porém com algumas modificações, já que os peixes possuem pele mais delgada e alguns apresentam escamas (Rocha, 2007). Nas espécies de peixes com escama, as lamélulas de proteção², resultam, após o curtimento, em um couro de aspecto típico e inimitável, garantindo um material final de alto impacto visual (Adeodato, 1995). A elaboração do couro a partir de peles de peixe representa uma fonte alternativa de renda já que pode ser utilizado na fabricação de produtos diversos (ex.: carteiras, biquínis, bolsas etc.) (Souza *et al.*, 2003).

O processo de curtimento tradicional é constituído de algumas etapas que Rebello (2002) sumariza em: remolho, desengraxe, caleiro, descalcinação, purga, píquel, curtimento propriamente dito, basificação, neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe e secagem. Esse pesquisador ressalta a necessidade de haver adaptações no tempo de curtimento, pH

¹ **Curtimento:** processo de transformação da pele em couro, gerando um material preservado da putrefação por ataques microbianos e enzimáticos, com característica resistente, estável, macio e elástico (Hoinack, 1989).

² **Lamélula de proteção:** presente em peixes com escamas, na inserção da escama destes animais, seu tamanho varia de acordo com a espécie do peixe (Almeida, 1998).

durante todo o processo, temperatura da água e nas quantidades de reagentes químicos. Os resultados da resistência do couro são influenciados pela técnica empregada na transformação da matéria-prima e o tipo de curtente e concentração deste, bem como a quantidade e tipos de óleos, adicionados na etapa do engraxe que agem diretamente na qualidade do produto (Nascimento, 2009).

As principais formas de curtimento utilizam curtentes vegetais, que são os taninos extraídos de plantas, e minerais como os sais de cromo, zircônio e alumínio. O cromo é o mais empregado pelas características de maciez e elasticidade que confere às peles (Nussbaum, 2002). Nas indústrias coureiras, em função do cromo se encontrar na forma hexavalente (dicromatos) no couro, tem-se discutido formas de reduzir seu uso, já que é altamente tóxico para o homem (Pott; Pott, 1994; Fuck *et al.*, 2011) e possui impacto poluidor cumulativo ao meio ambiente (Nascimento, 2009).

Desta forma, a utilização do couro *bioleather*³ ou *metal-free* tem sido incentivada, já que seu uso promove grande diferencial nos couros curtidos e redução do impacto ambiental (Matiuci *et al.*, 2021). Logo, demonstra-se vantajoso o emprego de taninos vegetais e sintéticos, pois estes têm possibilitado ao couro adquirirem espessura, resistência ao rasgamento, flexibilidade e maciez, de forma ecologicamente correta, quando comparada ao uso de sais de cromo (Cardoso, 2010; Eiras *et al.*, 2015).

1.1 Justificativa e Importância do Trabalho

A aquicultura tem sido apontada como a próxima fronteira mundial na produção de alimentos (Schulter; Vieira Filho, 2017). O Brasil é considerado um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da aquicultura, em razão de características geográficas e climáticas que favorecem a criação e ocorrência natural de diversas espécies aquáticas de interesse zootécnico e mercadológico (Brabo, 2016; Brasil, 2011).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil ocupa a 13ª posição na produção de peixes em cativeiro e é o oitavo na produção de peixes de água doce (FAO, 2020). Para FAO (2016), 60 % dos peixes para o consumo humano virão da criação de peixes em cativeiro até o ano de 2030. Os consumidores

³ **Couro *bioleather* ou *metal-free***: produzidos em consonância com a produção mais limpa e, também com a análise do impacto ao final do ciclo de vida, seja do produto final, seja dos resíduos gerados (SORENSEN LEATHER, [20--]).

de peixes estão cada vez mais preocupados com alimentação saudável e dispostos a adquirirem produtos mais práticos de serem preparados, sobretudo, na forma de filé. A indústria da filetagem gera resíduos que são considerados matéria-prima de baixa qualidade que em sua maioria, são descartados, gerando prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos (Nunes, 2023). Dentre esses resíduos, a pele tem enorme potencial de ser aplicada após o curtimento na indústria de confecção de artefatos em geral ou mesmo de calçados e vestuário (Franco *et al.*, 2013a).

Levando em consideração a piscicultura no Maranhão, a qual se reflete em dados de destaque no cenário nacional, aliada a incentivos fiscais para este setor, o processo de reaproveitamento da pele, através de transformação desta em couro, constitui uma alternativa de geração de renda à população. O processo de curtimento da pele de peixes gera um produto com valor agregado, destacando-se do couro de outras espécies animais, visto que o couro de peixe curtido apresenta design único e diferenciado.

Destarte, é importante a realização de estudos sobre a padronização de técnicas de curtimento e a utilização de compostos vegetais como curtentes, avaliando a possibilidade de aceitação pela indústria coureira na fabricação de diversos artefatos, de uma forma sustentável, reduzindo o uso de metais poluentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

- Elaborar “couro ecológico” de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (LINNAEUS, 1758) com a utilização de material sustentável disponível na biodiversidade maranhense.

1.2.2 Específicos

- Testar a eficácia da casca de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) como tanífero no curtimento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).
- Avaliar a eficácia do pericarpo de *Attalea speciosa* (babaçu) como agente ácido no processo de curtimento de pele de tilápia.

- Utilizar a folha do *Carica papaya* (mamão) desidratada como fonte de enzima proteolítica no processo de curtimento da pele de tilápia.
- Empregar o óleo de soja de uso doméstico no processo de amaciamento do couro de tilápia.
- Propor dois guias orientativos como ação extensionista para a compreensão do processo de curtimento de pele de peixes.

1.3 Estrutura do Trabalho de Qualificação de Mestrado

Este documento de qualificação encontra-se estruturado em cinco (05) capítulos:

- **Capítulo I:** refere-se à introdução geral do trabalho, na qual está incluída a justificativa e importância do trabalho, além dos objetivos geral e específicos.
- **Capítulo II:** encontra-se a revisão de literatura do trabalho.
- **Capítulo III:** é apresentado um capítulo de livro intitulado “**Alternativas tecnológicas sustentáveis para a elaboração de couro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**”, submetido à Pantanal Editora para compor o E-book “Inovações em Pesquisas Agrárias e Ambientais” volume II.
- **Capítulo IV:** encontram-se dois guias orientativos elaborados e publicados pela Editora Eduema, com ISBN impresso.
- **Capítulo V:** são apresentadas as considerações finais do documento de qualificação.

REFERÊNCIAS⁴

ADEODATO, S. Peles exóticas e ecológicas. **Globo Ciência**, v. 51, p. 56-60, 1995.

ALMEIDA, R. R. A pele de peixe tem resistência e flexibilidade? **Revista do Couro**, v. 127, p. 49-53, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário PeixeBR da Piscicultura 2023**. São Paulo (SP): Edição Texto Comunicação Corporativa; 2023. 128 p.

BRABO, M. F. *et al.* Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta Fish**, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

⁴ Capítulo formatado de acordo com as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas Brasileiras (NBRs) 105520/2023 (citações), 14724/2011 (trabalhos acadêmicos), 6023/2018 (referências).

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2008-2009**. Brasília (DF): Ministério da Pesca e Aquicultura, 2011. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2008_2009_nac_pesca.pdf. Acesso em: 1 jul. 2023.

CARDOSO, J. O design industrial como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 10, p. 110-117, 2010.

CENTRO DE INTELIGÊNCIA E MERCADO DA AQUICULTURA. **Comércio Exterior – Exportação**. CIAqui, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-centro-de-inteligencia-e-mercado-em-aquicultura/comercio-exterior/exportacao/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

EIRAS, B. J. C. F., MEDEIROS JÚNIOR, E. F.; ALVES, M. M. Desenvolvimento de método artesanal de curtimento da pele da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), e sua difusão por meio de oficina a uma comunidade no município de Bragança, PA, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 1123-1134, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization. **World Fisheries and Aquaculture: sustainability in action**. Rome: FAO, 224 p, 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Sofia 2016: El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/423722/>. Acesso em: 07 julho. 2023.

FRANCO, M. L. R. S. *et al.* Pele de Surubim: morfologia e resistência do couro com adição de óleo no engraxe. **Acta Tecnológica**, v. 9, p. 1-8, 2014.

FUCK, W. F. *et al.* The influence of chromium supplied by tanning and finishing processes on the formation of Cr (IV) in leather. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 28, p. 221-228, 2011.

HOINACKI, E. **Peles e Couros: origens, defeitos, industrialização**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial- Departamento Regional do Rio Grande do Sul, 1989.

IBGE/PPM. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Pesquisa da Pecuária Municipal. Dados do SIDRA, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018/>. Acesso em: 10 julho. 2023.

MATIUCCI, M. A. *et al.* Qualidade de resistência de peles de tilápia e salmão submetidas ao processo de curtimento com tanino vegetal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e43910817242-e43910817242, 2021.

MEURER, F. *et al.* Utilização de levedura spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 479-484, 2000.

NASCIMENTO, M. G. C. **Curtimento de pele de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) com taninos vegetais da Amazônia**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

NUNES, L. R. *et al.* Utilização de tanino vegetal como viabilidade tecnológica para o curtimento de peles de peixe. **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, v.55, n.2, p.32 – 40, 2023.

NUSSBAUM, D. F. O efeito dos sais de cromo de basicidade diferente. **Revista do couro**, Estância velha, n. 154, p. 62-71, 2002.

PEDROZA FILHO, M. X.; BARROSO, R. M.; FLORES, R. M. V. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva da Piscicultura no Estado do Tocantins**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Palmas: EMBRAPA, 2014.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Pesquisa Agro do Pantanal Corumbá. Embrapa, 1994. p. 320.

REBELLO, J. J. **Transformação da pele de peixe da região amazônica em couro (com formulação química)**. Editora Silva Ltda, 2002, p. 7-36.

ROCHA, M. P. S. S. **Curtimento de peles de tambaqui (*Colossoma macropomum Cuvier 1888*) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopteros, Bloch & Schneir 1801*) com curtente sintéticos e com curtentes naturais da Amazônica**. Universidade Federal do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2007. Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias) INPA/UFAM, Manaus-AM.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio as Micro e Pequenas Empresas. **Aquicultura no Brasil Série Estudos Mercadológicos**. Brasília: Sebrae, 2015.

SORENSEN, L. **Eco leather: a paradox**. Tilst, [20--]. Disponível em: <<http://www.sorensenleather.com/#!/paradox/c1186>>. Acesso em: 07 julho. 2023.

SOUZA, M. L. R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe: Processo de curtimento**. Maringá, PR. Coleção Fundamentum, n. 11, 2004. 62 p.

SOUZA, M. L. R. *et al.* Análise da pele de três espécies de peixes: histologia, morfometria e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1551-1559, 2003.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v. 16, n. 96, p. 38-41.

XIMENES, L. F; VIDAL, M. F. **Pesca e Aquicultura: Piscicultura**. 2023.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pele

A pele propriamente dita é o tecido externo, resistente e elástico, responsável por revestir o corpo dos animais. Este órgão apresenta muitas funções fisiológicas, como a excreção, proteção contra a invasão bacteriana e agentes exteriores e ainda é responsável pela recepção de estímulos (Souza, 2004). Desempenha papel importante na vida de todo e qualquer animal protegendo o corpo contra traumatismos, regulando a temperatura corpórea, garantindo a manutenção do equilíbrio hídrico e eletrolítico e a percepção de estímulos dolorosos e agradáveis (Benedetti, 2021).

A composição da pele se dá por feixes de fibras colágenas que são formadas pela combinação de aminoácidos. Esta apresenta elevado teor dos aminoácidos prolina, hidroxiprolina e, principalmente glicina e, baixo teor de aminoácidos aromáticos. O colágeno, proteína essencial da pele, difere em distintas espécies na sequência de aminoácidos, sendo que a maior parte contém aproximadamente 35 % de glicina, 12 % de prolina e 9 % de hidroxiprolina e outros percentuais distribuídos em 17 aminoácidos diferentes (Shreve; Brink Júnior, 1980; Hoinacki, 1989).

Na pele dos peixes, a quantidade do aminoácido hidroxiprolina, importantíssimo na determinação de colágeno presente em um tecido, varia entre as espécies, deste modo interfere na temperatura de retração ou encolhimento da pele, de maneira a ocorrer a ruptura dos enlaces de hidrogênio da cadeia de colágeno de forma irreversível. Por conseguinte, ocorre a desnaturação protéica e, particularmente no colágeno, se verifica a gelatinização, na qual se observa uma forte contração das fibras no sentido longitudinal tornando as fibras transparentes e elásticas (Pasos, 2002), podendo afetar a estabilidade durante o processo de curtimento (Matiucci *et al.*, 2021).

Estruturalmente a pele é constituída de duas camadas: a epiderme e a derme. Abaixo destas duas camadas e sobre o tecido muscular está presente o tecido subcutâneo ou hipoderme (Souza, 2004). Estas estruturas diferenciam-se de uma espécie para outra e dentro da mesma espécie. Diversos fatores interferem nessas diferenças, dentre eles: as condições de criação e manejo aplicado (Nascimento, 2009).

Tendo em vista os fatores mencionados acima, os conhecimentos em histologia permitiram avanços nas técnicas de curtimento, através da análise da pele ao longo de todas as

etapas necessárias até chegarem ao estado de conservação permanente (couros ou peles processadas) (Nascimento, 2009).

2.1.2 Pele nos peixes

A estrutura da pele varia entre as diferentes espécies de teleósteos, a qual é composta de três camadas. A camada externa ou epiderme, que cobre a pele do peixe, e a interna ou derme, subjacente à epiderme. Essas duas camadas repousam sobre a hipoderme ou tecido subcutâneo (Kapoor, 1965; Merrillees, 1974; Matias *et al.*, 2001).

De acordo com Moreira (2001), a epiderme do peixe é superficial e fina, com presença das glândulas mucosas, que garantem a produção do muco isolante que recobre todo o corpo dos peixes, facilitando sua locomoção e protegendo-os do ataque de agentes patogênicos. A derme é mais espessa, onde inserem-se vasos, nervos e órgãos sensoriais. Nela estão presentes estruturas mais fibrosas, ocorrendo também a formação das escamas.

De acordo com o autor supracitado, na derme encontram-se os cromatóforos (células pigmentadas) que quando ativados, migram para as camadas externas da pele, conferindo coloração ao peixe, além de ter função no mecanismo de mimetismo (adaptação da cor do peixe ao meio ambiente) e na reprodução, como caráter de dimorfismo sexual transitório ou de atração sexual.

A hipoderme ou tecido subcutâneo é constituído por um entrelaçamento muito forte de fibras largas dispostas quase paralelamente à superfície da pele. Entre as fibras da hipoderme encontram-se células graxas em maior ou menor quantidade, segundo a espécie animal, as quais às vezes são consideradas como tecido adiposo. Todos estes tecidos combinados formam a “carne” ou carnaça na tecnologia do curtume, e deve ser eliminada no pré-curtimento, na etapa de descarne (Souza, 2004).

A disposição e orientação das fibras colágenas diferem entre cada espécie de peixe (Junqueira *et al.*, 1983; Machado, 2001). As fibras podem estar dispostas em camadas sobrepostas e intercaladas por camadas com orientação contrária das fibras, de forma que as camadas de fibras ficam cruzadas entre si. Em muitas peles de peixes encontram-se fibras dispostas perpendicularmente à espessura, parcial ou total da derme (Souza; Santos, 1995; Dourado *et al.*, 1996).

A pele de peixe é um produto nobre e de alta qualidade, possuindo a resistência como um diferencial. Além do mais, para as espécies de peixes com escamas, as lamélulas de proteção, na inserção das escamas, produzem após o curtimento um couro de aspecto típico e difícil de ser imitado, com uma padronagem peculiar e de alto visual (Souza, 2006; Adeodato, 1995).

2.2 Mercado de Couro no Brasil

A cadeia produtiva do couro no Brasil se expandiu inicialmente como uma atividade paralela, voltada para as necessidades da indústria calçadista. A cadeia de couro bovino dispõe de um moderno parque industrial, considerado em termos internacionais um dos mais bem equipados (Cicb, 2007). Segundo dados do Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (Cicb, 2020), no país há aproximadamente 244 plantas curtidoras, 2.800 indústrias de componentes para couro e calçados e 120 fábricas de máquinas e equipamentos, gerando 30.000 empregos diretos e uma movimentação de 2 bilhões de dólares a cada ano.

O couro bovino produzido no Brasil tem *status* qualitativo e, também quantitativo, uma vez que o País é um dos maiores produtores do mundo, com forte inserção nos segmentos moveleiro, calçadista e automotivo (Cicb, 2020). Os principais destinos para exportação do couro brasileiro são: Itália (27 %), China (20 %), Hong Kong (15 %) e Estados Unidos da América - EUA (11 %). Nesses mercados, mais de 60 % do couro exportado é para a indústria automobilística e moveleira; 25 % para a indústria calçadista; e 15 % para segmentos de vestuário e artefatos (artigos de viagem, por exemplo) (Alvarenga, 2016).

Outrossim, cumpre ressaltar a presença de um outro nicho de mercado, o de couros exóticos, o qual processa couro de crocodilo, cobra, avestruz, jacaré e peixes. No que concerne à fabricação e comercialização do couro de peixe no Brasil, elas iniciaram na década de 1970, voltada ao aproveitamento do rejeito de indústrias frigoríficas. Logo, passou a despertar o interesse de uma parcela do mercado, principalmente aquela voltada para produtos ecologicamente corretos (Alvarenga, 2016).

Segundo Cardoso (2008), os peixes mais utilizados para o aproveitamento da pele são: tilápia, pescada amarela, salmão, dourado, matrinxã, pacu e tainha. O processo de transformação das peles de peixes em couro é uma atividade que vem sendo desenvolvida comercialmente não só por meio de parcerias com frigoríficos, mas também com criatórios de peixes no País (Alvarenga, 2016). Os mercados-alvos mais promissores para a comercialização

de couros são Itália, China e EUA, com grande potencial de crescimento na Espanha, Polônia, Índia, Vietnã e Tailândia (Cicb, 2018). A pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) é um dos produtos mais valorizados no mercado nacional e internacional, sendo matéria-prima para confecção de roupas, acessórios e mobiliários (Alvarenga, 2016).

A boa aceitação do couro de peixe no mercado se dá em razão deste ser um produto exótico e inovador, bem avaliado em vários segmentos da confecção. O beneficiamento empregado ao tratamento destas peles resulta em uma matéria-prima de qualidade e de aspecto peculiar, inimitável após o curtimento, com grande destaque para as peles de peixes desenhadas por suas escamas, que confere um desenho de flor⁵ diferenciado. As características exóticas e aplicabilidade em vários produtos de alto valor agregado vêm despertando a curiosidade e o interesse de muitos empreendedores neste setor de curtumes (Bitencourt; Saraiva; Jesus, 2015).

Todavia, cabe destacar a necessidade de adequação de técnicas de curtimento para as peles de diversas espécies de peixes, uma vez que cada uma apresenta característica própria de composição e estrutura histológica, influenciando na resistência do couro (Souza, 2004). Além do mais, é fundamental a realização de testes de comprovação da resistência desse couro por testes físico-mecânicos que determinem a qualidade para uso na confecção de vestuários, sapatos ou artefatos em geral, existindo normas específicas apenas para o couro de mamíferos (Nascimento, 2009).

2.3 Tecnologia para Curtimento de Peles de Peixe

Para obtenção de peles de melhor qualidade e, conseqüentemente a produção de um couro com valor agregado é fundamental a compreensão de pontos essenciais ao processo de curtimento, como: (i) espécie de peixe, em virtude da variação da estrutura dérmica de disposição de fibras colágenas e, também por influenciar na característica final do desenho de flor; (ii) tamanho do peixe, relacionado diretamente com a espessura da pele, já que ocorre aumento da espessura e conseqüentemente da quantidade de fibras colágenas à medida que o peixe cresce; e, (iii) sistema de criação e manejo aplicado (Nascimento, 2009; Souza, 2006). Além disso, conhecimentos das técnicas de abate e extração da pele (esfola), métodos de conservação e armazenamento e das técnicas de curtimento artesanal e industrial da pele garantem um curtimento de qualidade.

⁵ **Flor:** Camada superior do couro, que apresenta as características da pele (M.SUL COUROS, 2023).

2.3.1 Etapas do pré-curtimento da pele

2.3.1.1 Esfola

O processo para o curtimento de pele inicia-se pelo abate, em seguida ocorre a esfola dos peixes, podendo as peles serem ou não conservadas para o posterior processamento. Na esfola, a finalidade é remover a pele de peixe, devendo ser realizada seguindo determinadas orientações quanto às linhas de corte, evitando possíveis defeitos (cortes e furos). Quando esta etapa é malconduzida, a pele pode ter seu aproveitamento afetado, devido ao formato inadequado, não apresentando a mesma textura e qualidade em toda a sua distribuição e, conseqüentemente resultar em desvalorização da matéria-prima. Após esta etapa deve-se fazer lavagem com água fria das peles e, posterior curtimento ou acondicionamento (Nascimento, 2009).

2.3.1.2 Conservação das peles

Em temperaturas superiores a 7 °C, as peles são suscetíveis à degradação por ação de enzimas da própria pele ou produzidas por bactérias decompositoras. As técnicas de conservação da pele empregadas têm o objetivo de interromper esta ação. Esta etapa de pré-curtimento visa preparar a pele para a etapa posterior, o curtimento, e pode ser realizada por meio de diversos processos, como a salga e o congelamento, devendo serem efetuados imediatamente após a extração da pele na esfola (Brandão, 2007).

O conservante mais empregado na conservação de peles de peixes é o sal, porém uma desvantagem é o uso excessivo, o que ocasiona problemas de poluição. Além disso, deve-se ter atenção quanto a pureza do sal empregado (98-99 %) já que defeitos que ocorrem em peles salgadas são oriundos de bactérias halófilas e do sal empregado contaminado com impurezas, como sais de magnésio. Alternativas para a conservação das peles, nesta etapa do processamento, são o uso de agentes antissépticos (Nascimento, 2009).

Antes do início do curtimento cuidados devem ser direcionados para peles congeladas ou salgadas, devendo estas permanecerem conservadas até o início do processo, sendo mantidas em congelamento e no caso de peles salgadas, acondicionadas em um espaço próprio com umidade controlada, sobretudo em regiões de umidade relativa alta (Brandão, 2007).

2.4 Processo de Curtimento

O processo de curtimento converte o colágeno, principal componente do couro, em uma substância imputrescível e confere as características químicas e físicas ao couro, tornando as peles flexíveis e macias (Figueiredo *et al.*, 2000). No caso de peixes, para obtenção do couro, as etapas do curtimento seguem etapas sequenciais: ribeira, curtimento e acabamento (Hoinaick, 1989). Contudo, pode haver variações em relação as sequências delas, podendo sofrer interferência dependendo do tipo da pele a ser curtida.

2.4.1 Fase de ribeira

A fase de ribeira consiste em uma sequência de operações em que são utilizados reagentes químicos e procedimentos mecânicos na pele preparando-a para o curtimento. Essa fase por ser subdividida subfases, são elas: remolho, descarne, caleiro, desencalagem, purga e desengraxe (Hoinacki, 1989).

O remolho ou lavagem possui a finalidade de repor a água à pele - que é muito perdida na etapa de salga - proporcionando o mesmo teor de água a qual tinha quando esfolada (antes da conservação). Apresenta uma função muito importante para a eliminação de sangue, sujeiras, proteínas não fibrosas e outras, além de eliminação de sais e produtos que são utilizados na conservação (Brandão, 2007).

No que concerne ao descarne, quando utilizado, tem a função de remoção de restos de carne e tecido adiposo aderido à pele. No caleiro, ocorre a remoção de escamas e a abertura da estrutura fibrosa da pele através do uso de substâncias químicas, este processo facilitará a entrada dos reagentes de curtimento adicionados posteriormente (Hoinacki, 1989).

A desencalagem promove a remoção total ou parcial dos agentes alcalinos retidos na pele, sem que ocorra a perda da estrutura adquirida na calagem (Figueiredo *et al.*, 2000). Referente a purga, utiliza-se enzimas proteolíticas, cuja atuação ocorre na limpeza das peles, eliminando substâncias queratinosas degradadas, promovendo a digestão de outras substâncias. No píquiel, as peles são tratadas com solução salino-ácido, preparando as fibras para reagir com as substâncias curtentes.

Em pesquisa, Nascimento (2009) utilizou na etapa de purga folhas de *Carica papaya* (mamão) desidratada, como fonte de enzima proteolítica; e no píquiel, testou o pericarpo de

Caryocar villosum (piquiá) como agente ácido, para o curtimento de peles de pirarucu, obtendo couros de boa qualidade e eficácia.

2.4.2 Fase de curtimento

Nesta fase ocorre o curtimento propriamente dito, com a utilização de agentes de curtimento apropriados que promovem o aumento da estabilidade do colágeno, diminuindo a capacidade de intumescimento e promovendo a estabilização da ação de enzimas (Rocha, 2007).

Os agentes curtentes empregados no curtimento podem ser de origem mineral, em que os curtentes à base de sais de cromo são os mais empregados; os de origem sintética, destacando-se taninos sintéticos, resinas e glutaraldeído, bem como curtentes à base de alumínio; e, os de origem vegetal, sendo utilizados os taninos vegetais (Hoinacki, 1989).

2.4.3 Fase de acabamento

Esta etapa consiste nas operações finais do curtimento, envolvendo as seguintes etapas: neutralização, recurtimento, engraxe, secagem e amaciamento. Na neutralização, o excesso de ácido existente no couro curtido é eliminado por meio do uso de produtos auxiliares que não danificam as fibras do couro. O recurtimento tem a finalidade de corrigir defeitos das etapas anteriores dando mais resistência e espessura ao couro. No tingimento podem ser utilizados tanto corantes ácidos como os básicos, visando proporcionar resistência à luz e ao suor, e cores intensas para obtenção de couro ideal (Hoinacki, 1989),

Na etapa de engraxe, utilizam-se óleos vegetais, animais ou minerais, que tem a finalidade de proporcionar maciez ao couro, elasticidade e maior resistência ao rasgamento. A finalização do curtimento se dá com a etapa de secagem, a qual serve para a eliminação da água contida nos espaços interfibrilares e superficiais, que pode ser realizada por meio de máquinas de vácuo ou naturalmente ao ar. Referente ao último tipo, ele é recomendado e já foi testado com a obtenção de resultados satisfatórios quando realizado à sombra (Hoinacki, 1989; Nascimento, 2009; Gondin *et al.*, 2015).

2.5 Curtimento com Cromo Trivalente

O curtente mineral mais utilizado amplamente nos curtumes é o cromo. Este tipo de curtimento permite a obtenção de uma pele elástica e de fácil polimento. Outrossim, a pele curtida ao cromo possui grande permeabilidade ao ar e ao vapor. Os agentes curtentes à base de cromo mais utilizados são: Alúmen de cromo, subproduto da indústria orgânica; Dicromatos, obtido a partir da cromita; Sulfato básico de cromo, obtido a partir do dicromato básico de potássio reduzido a cromo trivalente em meio ácido; Sulfato de cromo comercial, com conteúdo que varia de 22 a 27 % de óxido de cromo (Nascimento, 2009). Outros curtentes minerais empregados são os sais de zircônio, sais de titânio, alumínio e outros (Brandão, 2007).

O cromo utilizado deve estar totalmente na forma de Cr^{3+} (cromo trivalente), já que nesta forma reagirá melhor com as fibras colagênicas, curtindo o couro e não oferecendo riscos cancerígenos (Nascimento, 2009). Já, o cromo na forma hexavalente (dicromatos), constitui uma forma altamente tóxica para o indivíduo (Jardim *et. al.*, 2004; Pott; Pott, 1994).

Por ser um método de curtimento amplamente utilizado, resíduos com a presença de cromo têm sido gerado, apresentando potencial cumulativo e danoso ao meio ambiente. (Gutterres, 1996; Nascimento, 2009). Por oferecer potencial danoso ao meio ambiente e a saúde humana tem-se buscado formas de substituição total deste mineral, por meio da introdução de curtentes vegetais, compostos orgânicos reativos, sais minerais alternativos ou mesmo através da substituição parcial do cromo (Gutterres, 1996).

2.6 Curtimento sintético

No curtimento sintético são utilizados curtentes orgânicos como resinas e taninos sintéticos que proporcionam um curtimento mais uniforme e aumentam a penetração de outros curtentes, facilitando uma etapa de tingimento mais eficaz. No entanto, são mais utilizados como auxiliares de curtimento, visto o custo mais elevado em relação a outros agentes de curtimento (São Paulo, 2005).

2.7 Curtimento Vegetal

O curtimento de origem vegetal ocorre pela utilização de taninos vegetais, extraídos de plantas que possuem afinidade por complexos de proteínas e certos polióis, atuando diretamente sobre o colágeno e, transformando as peles dos animais em um material imputrescível, garantindo resistência ao apodrecimento, em função de seu poder adstringente de retirar a água dos interstícios das fibras (Gonçalves; Lelis, 2001).

Pesquisas realizadas comprovaram o papel dos taninos em conferir proteção as plantas contra os herbívoros e agentes patogênicos (Bernays *et al.*, 1989; Harbone *et al.*, 1991). Plantas ricas em taninos são utilizadas na medicina tradicional como remédios para o tratamento de diversas doenças (Haslam, 1966). Os taninos podem ser encontrados em raízes, flores, frutos, folhas, casca e na madeira de plantas, principalmente de leguminosas, anacardiáceas, mirtáceas e rubiáceas (Rocha, 2007; Cannas, 1999).

O curtimento realizado a partir de taninos vegetais apresenta diversos benefícios, como: (i) não ser poluente ao meio ambiente; (ii) não desencadear reações alérgicas; e, (iii) garantia de um produto com bom acabamento. Ademais, vale destacar que os resíduos originados nesse processo são degradáveis e servem para uso em compostagens com vista à produção de adubo (Lovo; Rosa, 2008). Já, a necessidade de grande quantidade de curtente a ser utilizado pode ser caracterizada como uma desvantagem do processo (Nascimento, 2009).

Os taninos vegetais têm sua utilização muito bem avaliada como alternativa a substituição dos curtentes tradicionais, pois, além de o processo ser benéfico ao meio ambiente, resultar em couros com características diferenciadas (material com diferentes colorações) em decorrência da espécie vegetal utilizada, atende as tendências de um mercado cada vez mais exigente na produção de couros “ecológicos”.

2.7.1 Taninos

Taninos são macromoléculas do metabolismo secundário presentes em vários grupos vegetais e divididos conforme a estrutura química em dois grupos: (i) taninos hidrolisáveis; e, (ii) taninos condensados. Os primeiros apresentam constituição monômera (molécula capaz de ligar-se a outras moléculas constituindo longa cadeia), e dividem-se em galotaninos (produzem ácido gálico após hidrólise) e em elagitaninos (produzem ácido elágico após hidrólise) (Nascimento; Moraes; Barbosa, 1996). Os taninos condensados totalizam aproximadamente metade da matéria seca da casca de muitas árvores, e são considerados a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, possuem ação antioxidante e, devido a sua capacidade de ligarem-

se as proteínas da pele são muito empregados na indústria de couros (Hagerman *et al.*, 1997; Argyropoulos, 1999).

Estudos realizados sobre análises químicas dos taninos vegetais abordam a utilização de diferentes espécies de notável destaque na produção de taninos. No Brasil, a acácia negra originária da Austrália (*Acacia mearnsii*) tem notoriedade na produção de taníferos, sendo cultivada no Sul do País, possuindo aproximadamente 28 % de taninos apenas em sua casca, assim como o eucalipto (*Eucalyptus astringens*), que nas suas cascas apresentam teor de taninos aproximadamente de 50 %, além do mangue-vermelho (*Rhizophora candelaria*) e o mangue-branco (*Rhizophora mangle*), com teor de taninos nas cascas entre 20 a 30% (Vidal-Campello *et al.*, 2020; Paes *et al.*, 2006).

Para Paes *et al.* (2006), o cajueiro (*Anacardium occidentale*) possui uma quantidade de taninos condensados de 19,83%, apresentando teores de taninos superior ao do angico vermelho (*Anadenanthera columbrina var. cebil*), espécie tradicionalmente utilizada no Nordeste brasileiro pelas indústrias de curtimento.

2.8 Teste Físico-mecânico do Couro

Para se comprovar a qualidade do couro, testes físico-mecânicos devem ser empregados a fim de obter dados sobre resistência, rasgamento progressivo e alongamento que permitirão saber a principal utilização deste couro. No caso de peixes, se sabe que as características morfológicas da pele variam entre as diferentes espécies, influenciando na maciez, elasticidade e resistência do couro (Souza, 2003).

Para Souza (2003), mesmo com grande variedade de peixes, sejam eles de ambiente marinho ou dulcícola, com diferenciação quanto à estrutura dérmica, não existem normas específicas para a realização destes testes, sendo analisados tomando como comparativo normas técnicas empregadas na avaliação de couros de mamíferos.

Souza *et al.* (2021) inferem que o teste de resistência à tração visa determinar a força necessária para romper o couro, bem como alongamento percentual tanto no ponto de ruptura, como por carga específica. O teste de resistência ao rasgamento verifica a resistência do couro mediante o esforço, em direção oposta, no local de incisão padronizada.

REFERÊNCIAS⁶

ADEODATO, S. Peles Exóticas e Ecológicas. **Globo Ciência**, Rio de Janeiro, v. 51, p. 56-60, 1995.

ARAÚJO, D. C. de. **Avaliação dos impactos ambientais causados pelo processo das etapas do curtimento do couro de peixe**. 2016. 29 f. Monografia. Graduação em Química. UEPB. Campina Grande. 2016.

ARGYROPOULOS, D. S. **Advances in lignocellulosies characterization**. Atlanta. TAPPI Press, p. 157-180, 1999.

BEMAYS, E. A.; DRIVER, G. C.; BILGENER, M. Herbívoros and plant tannins. **Advance Ecology Reserch**, v. 19, p. 263-302, 1989.

BENEDETTI, J. **Estrutura e função da pele**. 2021. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-da-pele/biologia-da-pele/estrutura-e-fun%C3%A7%C3%A3o-da-pele>. Acesso em: 10 jul. de 2023.

BITENCOURT, A.; SARAIVA, L; JESUS, R. Produção do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*), coproduto gerado no processamento do pescado. *In: I Congresso de Ciência, Educação e Pesquisa Tecnológica*, 2015, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: IFAM, 2015. p. 149-152. Disponível em: <http://www2.ifam.edu.br/campus/cmc/diretorias/pesquisa/pesquisa-e-pos-graduacao/anais-concept/i-congresso-de-ciencia-educacao-e-pesquisa-tecnologica/anais-concept-v12-05042016b/view>. Acesso em: 15 jul. de 2023.

BRANDÃO, W. N. **Dossiê técnico: curtimento de peles exóticas – peixes e rãs**. 2007. Disponível em: www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTAw. Acesso em: 10 jul. de 2023.

CANNAS, A. **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules**. Itaka, 1999. Disponível em: <http://www.aNSci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin>. Acesso em: 15 jul. de 2023.

CICB. Centro das Indústrias de Curtume do Brasil. **O Brasil e o mercado mundial do couro**. 2007. Disponível em: https://issuu.com/iconographic/docs/o_brasil_o_mercado_mundial_do_couro. Acesso em: 11 jul. 2023.

CICB. Centro das Indústrias de Curtume do Brasil. **O couro e o curtume brasileiro**. 2020. Disponível em: <https://cicb.org.br/cicb/sobre-couro>. Acesso em: 10 jul. de 2023.

DOURADO, D. M.; SOUZA, M. L. R.; SANTOS, H. S. L. Structure of cachara skin (*Pseudoplatystoma fasciatus*) cultivated in rio Miranda. **Brazilian Journal of Morphological Science**, v. 13, n. 1, p. 148, 1996.

⁶ Capítulo formatado de acordo com as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas Brasileiras (NBRs) 105520/2023 (citações), 14724/2011 (trabalhos acadêmicos), 6023/2018 (referências).

FIGUEIREDO, J. M. *et al.* **Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais (PNAPRI)**. Guia Técnico Setor dos Curtumes. Lisboa, 2000. 102 p.

GONDIM, R. D; MARINHO, R. A; LIMA CONCEIÇÃO, R. N. L. Curtimento artesanal de couro de tilápia (*oreochomis sp.*) a partir de três curtentes naturais. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**: RBHSA, v. 9, n. 2, p. 172-184, 201.

GUTTERRES, M. Alternativas para destinação do resíduo do rebaixamento do couro wet-blue. **Revista do Couro**, Estância Velha, v. 113, n. 22, p. 49-54, 1996.

HAGERMAN, A. E. *et al.* Methods for determination of condensed and hydrolyzable tannins. **Acs Sym SER**, v. 662, p. 209-222, 1997.

HARBONE, J. B.; PALO, R. T.; ROBBINS, C. T. **Plant defenses against mammalian herbivore**. C R C Press LLC, 1991. p. 196.

HASLAM, E. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. **Journal of Biological Chemistry**. v. 59. p. 200-215. 1966.

HOINACKI, E. **Peles e couros - origens, defeitos e industrialização**. Henrique d`Ávila Bertaso: Porto Alegre, 2ª edição, 1989. 319 p.

JARDIM, M. I. A. *et al.* **Ensaio Preliminares no Uso de Tanino Vegetal no Curtimento da Pele de Avestruz (*Struthio camelus domesticus*)**. SEMANA DE BIOLOGIA, 5., SEMANA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, 3., SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., Campo Grande, Resumos. Campo Grande: Uniderp, 2004.

JUNQUEIRA, L. C. U. *et al.* **É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro?** **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, v. 5, n. 5, p. 4-6, 1983.

KAPOOR, B. G. Histological observations on the skin of the head of a siluroid fish, Wallago attu (Bl. & Schn.). **Mikroskopie**, v. 20, n. 5, p. 123-128, 1965.

LOVO, E.; ROSA, T. M. **Ecodesign**: o calçado ecológico economicamente viável. In: Feira SENAI Paulista de Inovação Tecnológica – Inova SENAI., 2008.

M.SUL COUROS. **O couro**. 2023. Disponível em: <https://www.msulcouros.com.br/pagina/o-couro.html> . Acesso em: 15 jul. de 2023.

MACHADO, S.D. **Aproveitamento e tecnologia do curtimento de pele de peixe**. 2001. 50 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, 2001.

MATIAS, R. *et al.* **Estudo do tucunaré (*Cichla ocellaris*) em duas baías marginais do rio Piquiri (Pantanal do Paiaguás, MS): parâmetros físico-químicos e análise histológica da pele**. **Ensaio e Ciência**, Campo Grande - MS, v. 5, n. 2, p. 75-91, 2001.

MATIUCCI, M. A. *et al.* Qualidade de resistência de peles de tilápia e salmão submetidas ao processo de curtimento com tanino vegetal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021.

MERRILLEES, M. J. Epidermal fine structure of the teleost *Esoxamericanus* (*Escocidade, Salmoniformes*). **Journal of Ultrastructure Research**, v. 47, p. 72,283, 1974.

MOREIRA, H. L. M. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Canoas. Ed. ULBRA, p. 200. 2001.

NASCIMENTO, C. S.; MORAIS, J. W.; BARBOSA, A.P. **Efeito de extrativos obtidos de espécies florestais impregnados em madeira de Simaruba amara (marupá) e submetido ao ataque de Nasutitermes sp. (Isoptera; Termitidae)**. Anais da VIII Jornada de Iniciação Científica do INPA. INPA, Manaus, Amazonas, p. 223-226, 1996.

NASCIMENTO, M. G. C. **Curtimento de pele de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) com taninos vegetais da Amazônia**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

PAES, J. B. *et al.* Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido Brasileiro. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 232-238, 2006.

PASOS, L. A. P. **Piel de pescado**. Ano. Disponível em: <http://www.cuernet.com/exoticas/pescado.htm>. Acesso em: 10 jul. de 2023.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Pesquisa Agro do Pantanal Corumbá. Embrapa, 1994. p. 320.

ROCHA, M. P. S. S. **Curtimento de peles de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1888) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopteros*, Bloch & Schneir 1801) com curtente sintéticos e com curtentes naturais da Amazônica**. 2007. 60 f. Universidade Federal do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias) INPA/UFAM, Manaus-AM, 2007.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Governo do Estado de São Paulo. **Curtumes**. 2005. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/downloads/curtumes.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SHREVER, R. N.; BRINK, J. R. **Indústrias de processos químicos**. Guanabara Dois, 4ª edição, Rio de Janeiro, 1980. XX p.

SOUZA, M. L. R. **Processamento do filé e da pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé i defumado e testes de resistência da pele curtida**. 2003. 169 f. Jaboticabal. Tese (doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, 2003.

SOUZA, M. L. R. Tecnologia para processamento das peles de peixe: Processo de curtimento. Maringá, PR. **Coleção Fundamentum**, n. 11, 2004. 62. p.

SOUZA, M. L. R. *et al.* 2003. Análise da pele de três espécies de peixes: histologia, morfologia e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1551-1559, 2003.

SOUZA, M. L. R.; SANTOS, H. S. L. **Análise microscópica comparada da pele da tilápia (*Oreochromis niloticus*), da carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*)**. In: Eemana sobre Histologia de Peixes, 2, 1995. Jaboticabal. Resumos. Jaboticabal: FUNEP, p.100-101, 1995.

SOUZA, M. L. R. *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 Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 361-367.

SOUZA, M. L. R. *et al.* Resistência do couro da tilápia em função da classificação de peso de abate e sentido de retirada do corpo de prova quando curtidos com sais de cromo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e33310817236-e33310817236, 2021.

VIDAL-CAMPELLO, J. M. A.; LIRA, E. B.S.; MELO JÚNIOR, C. A. F.; VEIGA, M. C. M.; COSTA, W. M. Curtimento de pele de peixe utilizando tanino vegetal extraído de eucalipto. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 392-401, 2021.

CAPÍTULO III

Alternativas tecnológicas sustentáveis para a elaboração de couro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Recebido em: 01/02/2024

Aceito em: 12/02/2024

 10.46420/9786585756266cap1

Juliana Maria Alves Caldas  <https://orcid.org/0009-0003-5104-3609>

Marlyne Garcia Franco  <https://orcid.org/0009-0009-5243-3952>

Luciléa da Silva Freitas  <https://orcid.org/0000-0003-0150-4078>

Franciely Assunção Matão <https://orcid.org/0009-0002-8288-7284>

Greiciene da Silva de Jesus  <https://orcid.org/0000-0001-8216-2334>

Amanda Mara Teles  <https://orcid.org/0000-0002-5068-4696>

Danilo Cutrim Bezerra  <https://orcid.org/0000-0003-2075-9914>

Viviane Correa Silva Coimbra  <https://orcid.org/0000-0001-7611-6673>

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra  <https://orcid.org/0000-0003-3970-7524>

INTRODUÇÃO

O Maranhão é o quarto maior produtor de peixes nativos do Brasil, com produção de 23.850 toneladas, o que corresponde a 95 % de sua capacidade produtiva, segundo relatório da Associação Brasileira de Piscicultura do ano de 2018. Estratégias bem construídas e medidas de apoio à atividade pesqueira convergiram para a consolidação do Estado como um dos principais produtores de peixes cultivados da região Nordeste. Tambaqui (*Colossoma macropomum*), tambatinga (cruzamento de fêmea de *C. macropomum* e macho de *Piaractus brachypomus*), curimatã (*Prochilodus lineatus*), piauí (*Leporinus freiderici*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) - todos peixes nativos -, além da tilápia são os principais tipos produzidos. E a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), representa 51,7 % da produção nacional (Maranhão, 2019).

Referente à piscicultura, a busca por maior produtividade adensou cada vez mais os sistemas produtivos, colocando maiores quantidades de peixes em volumes de água menores (Evangelista & Cavalcanti, 2018). A geração de resíduos também aumentou, pois para que o peixe chegue à mesa do consumidor em forma de filé, grande parte dele foi descartado de maneira equivocada causando impactos ambientais importantes nas regiões produtoras⁷.

⁷ Resíduos do beneficiamento de peixes apesar de biodegradáveis, são dotadas de alta putrescibilidade, com início de decomposição em poucas horas, liberando odor fétido, o que torna extremamente desagradável a atmosfera na circunvizinha de onde esses resíduos são armazenados (Dos Santos et al., 2014).

O processamento de peixes gera elevada quantidade de resíduos (cabeça, nadadeiras, escamas, vísceras e peles) que podem ultrapassar 70 % em relação ao peso total do animal. As peles contribuem com 5 a 10 % do total de resíduos gerados e a variação nesse percentual depende da espécie e do tamanho de peixe (Boscolo et al., 2008; Franco et al., 2013 a, b).

A pele de peixes é um coproduto nobre e de qualidade, apresenta *design* original próprio de cada espécie, inimitável, típico, exótico e que após o curtimento⁸ resulta em matéria-prima diferente, com várias aplicações e com elevado valor econômico. Apesar de todas essas características, este resíduo é desperdiçado ou subutilizado por falta de conhecimento das técnicas de curtimento, sistema de conservação e armazenamento para um possível processamento ou comercialização.

A transformação de pele⁹ em couro¹⁰ constitui uma tecnologia difundida, pouco complexa e de fácil aplicação e representa uma alternativa para a redução dos resíduos gerados. Com o processamento, obtém-se um coproduto com valor econômico agregado e com grande possibilidade de geração de renda (Santo & Souza, 2020). Mas, o processo de curtimento tradicional provoca impacto ambiental por utilização de sais de cromo com a geração de efluentes poluidores para o meio ambiente. Portanto, buscam-se alternativas tecnológicas para substituição do cromo por outros agentes de curtimento (curtentes vegetais, sais minerais alternativos, compostos orgânicos reativos e substituição parcial do cromo).

Eiras, Medeiros Júnior e Alves (2015) demonstraram vantagem no uso de taninos vegetais no processo de curtimento da pele de peixe, por encorpam espessura ao couro e auxiliar sua resistência ao rasgamento, flexibilidade e maciez, além de ser um produto ecologicamente correto, quando comparado aos compostos sintéticos, como o cromo. Contudo, frente a diversidade de espécies de peixes e de metodologias, há necessidade de adequação das técnicas de curtimento, visando o melhor aproveitamento das peles e obtenção do couro, com a utilização de material de baixo custo e sustentável que resultem em resíduos que não agridam o meio ambiente.

Neste sentido, se faz necessário, pesquisar e avaliar a possibilidade de se reduzir o desperdício dos resíduos gerados do beneficiamento de peixes, como as peles, com a elaboração de métodos alternativos e sustentáveis de curtimento com vistas a obtenção de um couro ecológico, em que seu processo produtivo elimine o impacto poluidor cumulativo gerado pelo uso de agentes sintéticos. E, tão importante quanto a definição de metodologias sustentáveis e sua comprovação de uso, é a socialização do conhecimento com a possibilidade de replicação das técnicas nas

⁸Curtimento: processo de transformação da pele em material estável, durável, resistente ao ataque de micro-organismo e enzimas.

⁹Pele de peixe: tegumento que reveste o antes do curtimento.

¹⁰Couro: matéria-prima obtida após o curtimento, ou seja, após a adição do agente curtente na pele em uma das etapas do processamento.

comunidades com a prospecção de promover melhorias na qualidade de vida das populações envolvidas. Nesse contexto, objetivou-se com o estudo propor alternativas tecnológicas sustentáveis para a elaboração de couro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

a) Peles de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Um total de 10 kilos de peles brutas (contendo escamas, músculo e gordura) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)¹¹ foram acondicionadas em caixa isotérmica com gelo reciclável e transportadas à Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Em ambiente laboratorial, as peles foram mantidas em sacos plásticos e conservadas em *freezer* em temperatura de -18 °C até a realização do curtimento.

b) Espécies Vegetais

Neste estudo foram utilizados materiais oriundos de três espécies vegetais: (i) *Schinus terebinthifolius* (aroeira); (ii) *Carica papaya* (mamoeiro); e, (iii) *Attalea speciosa* (babaçu). As cascas de *S. terebinthifolius*, já secas e cortadas em pedaços pequenos, foram utilizadas como fonte de taninos. As folhas de *C. papaya* foram empregadas para a obtenção de enzima proteolítica “papaína”. E, como fonte acidulante foi utilizado o pericarpo de *A. speciosa*. As três espécies foram adquiridas em mercados públicos e feiras livres da cidade de São Luís – MA, que comercializam essa categoria de produtos.

c) Processamento de Espécies Vegetais

Preparação do extrato de casca de aroeira

No processamento das cascas de aroeira para retirada de taninos, adotou-se a metodologia proposta por Nascimento (2009): para cada 1,0 kg de cascas foram adicionados quatro litros de água, resultando na proporção 1:4. A mistura foi aquecida à 90° C por 30 minutos e a solução obtida coada em peneira e separada em recipiente para a etapa posterior, o curtimento (Figura 1).

¹¹ Cedidas por proprietário de uma rede de supermercados da cidade de São Luís – MA que realiza rotineiramente a filetagem de tilápia.



Figura 1. Procedimento de extração de taninos de cascas de *Schinus terebinthifolius* (aroeira): (a) aquecimento das cascas; (b) coagem da solução de aroeira; (c) extrato final de aroeira. Fonte: os autores.

Preparação do pericarpo de babaçu e folhas de mamoeiro

O pericarpo de babaçu foi seco ao sol por quatro dias e após estar devidamente desidratado foi triturado em moinho de facas e, posteriormente peneirado em malhas de 8 mesh para obtenção de um material mais fino (Figura 2 a e b). As folhas do mamoeiro foram desidratadas em estufa de circulação forçada de ar à 50°C por três (03) horas, logo após trituradas em almofariz e armazenadas em sacos de polietileno (Figura 2 c e d).



Figura 2. Processamento de pericarpo de babaçu (*Attalea speciosa*) e folha de mamoeiro (*Carica papaya*) para curtimento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): (a) moinho de facas; (b) pericarpo de babaçu triturado; (c) estufa de circulação forçada com bandejas contendo folhas de mamoeiro; (d) pó de folhas de mamoeiro em almofariz, após passar por trituração manual e peneiramento. Fonte: os autores.

Processo de Curtimento

As peles foram retiradas do *freezer* e descongeladas em temperatura ambiente antes do processamento, totalizando 10 kilos de pele. Todas as fases de curtimento realizadas, neste estudo, seguiram metodologia proposta por Nascimento (2009) para peles de *Arapaima gigas* (pirarucu),

com adaptações¹², da seguinte forma: (i) fase de ribeira – lavagem, remolho, caleiro, descarne, purga e desengraxa; (ii) fase de curtimento – píquel e curtimento; e, (iii) fase de acabamento – neutralização, recurtimento, engraxe, secagem e amaciamento. As referidas fases são descritas abaixo e apresentadas na Figura 3:

- Lavagem: etapa realizada com água corrente para a retirada das escamas aderidas à pele e sangue (impurezas presentes na pele).
- Remolho: etapa realizada para hidratar a pele e eliminar a gordura e as impurezas remanescentes, com duração de uma hora. Os produtos utilizados nessa etapa foram: água corrente na mesma proporção da quantidade de pele utilizada (1:1); agente tensoativo (detergente neutro – 0,5 % em relação ao peso das peles); e, sal (mistura de sal grosso e de sal fino, ambos na mesma proporção – 10 % em relação ao peso das peles). Ao final, as peles foram novamente pesadas.
- Caleiro: etapa realizada com vistas à abertura da estrutura fibrosa da pele com duração total de uma hora. Para esta etapa foi utilizado cal virgem, detergente neutro e sal (mistura iguais de sal fino e grosso).
- Descarne: nesta etapa, escamas e tecido muscular aderidos às peles foram retirados com auxílio de colher de uso doméstico, por meio de movimentos de raspagem em ambos os sentidos da pele. Ao final desta etapa, as peles estavam quase totalmente isentas de escamas, mas, ainda com presença de conteúdo hipodérmico e muscular. Na sequência, foram pesadas novamente.
- Purga: etapa realizada para a limpeza da estrutura fibrosa das peles com a utilização do pó da folha de mamoeiro (papaína – enzima proteolítica) e água, ambos adicionada às peles. Após 40 minutos desta etapa, prosseguiu-se com o desengraxa.
- Desengraxa: etapa realizada para a remoção da gordura remanescente das peles e para permitir a penetração de substâncias químicas e curtentes, com duração de 40 minutos. Foram utilizados nessa etapa detergente neutro e hipoclorito de sódio (sanitizante com ação bactericida).
- Píquel: nesta fase as peles foram tratadas com agente acidulante, o pericarpo de babaçu, constituído pelo epicarpo e mesocarpo, adicionado à pele, juntamente com água. A duração do píquel foi de 40 minutos.

¹² Tempo de duração das etapas, quantidade de água utilizada e concentração de reagentes (Tabela 1).

- Curtimento: etapa responsável por proporcionar a estabilidade do colágeno das peles. Neste estudo, as peles ficaram submersas no extrato de casca de aroeira (curtente) acrescentada de sal, por 36 horas.
- Neutralização: etapa realizada com a utilização de água na proporção de 2:1 (água: pele), com duração de uma hora e com objetivo de eliminar o excesso de ácido (pericarpo de babaçu) existente no couro.
- Recurtimento: etapa realizada com extrato de casca de aroeira em menor proporção da utilizada no curtimento, com objetivos de corrigir defeitos, conferir maior resistência e espessura ao couro.
- Engraxe: nesta etapa foram utilizadas água, óleo vegetal de soja (uso doméstico) e detergente neutro, com duração total de duas horas, para proporcionar maciez e elasticidade ao couro
- Secagem: etapa realizada à sombra com duração de três dias ininterruptos.
- Amaciamento: etapa realizada manualmente, estendendo o couro em uma mesa e friccionando-o para reduzir as dobraduras, proporcionando o deslizamento das fibras colágenas umas sobre as outras.



Figura 3. Processo sustentável de curtimento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Fase de ribeira – (a) lavagem; (b) remolho; (c) pesagem; (d) caleiro; (e) descarte; (f) purga; e, (g) desengraxe. Fase de curtimento – (h) piquel; (i) curtimento das peles. Fase de Acabamento: (j) neutralização; (k) recurtimento; (l) engraxe; (m) secagem; (n) couro. Fonte: os autores.

Os materiais empregados no curtimento e as respectivas quantidades e concentrações encontram-se sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1. Etapas e materiais necessários para elaboração de couro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Fonte: os autores.

Etapas de Curtimento	Materiais Necessários (10 kilos de pele)										Tempo
	Pele	Água	Detergente Neutro	Cal Virgem	Sal	Pericarpo de babaçu	Extrato de Aroeira	Óleo de soja	Folha de mamoeiro em pó	Hipoclorito de sódio	
Remolho	100% (10 kg)	100% (10 litros)	2% (200 mL)		10% (1 kg)						2 horas
Caleiro	100% (10 kg)	100% (10 litros)	0,5% (50 mL)	4% (400 g)	3% (300 gramas)						2 horas
Descarne	100% (10 kg)										1 hora
Purga	100% (8 kg)	100% (8 litros)							1,25% (100 gramas)		1 hora
Desengraxe	100% (8 kg)	100% (8 litros)	0,5% (40 mL)							0,5% (40mL)	1 hora
Píquel	100% (8 kg)	100% (8 kg)			6% (480 g)	30% (2,4 kg)					40 minutos
Curtimento	8 kg				6% (480 g)		50% (4 kg de cascas)				36 horas
Neutralização	8 kg	16 litros									1 hora
Recurtimento	8 kg	8 litros					6% (480 g de cascas)				1 hora
Engraxe	8 kg	10 litros						8% (640 mL)		0,5% (40 mL)	2 horas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo final do curtimento sustentável proposto resultou na produção de 2,1 kg de couro com valor médio de rendimento de 21 %. Logo, para produzir 1 kg de couro de tilápia curtido, de forma ambientalmente correta, são necessários aproximadamente 4,8 kg de peles de tilápia. Pereira (2018) ao realizar o curtimento artesanal de peles de tilápia, utilizando aroeira (*S. terebinthifolius*) como fonte de tanino vegetal, obteve rendimento de 20,82 %, valor próximo ao obtido no presente estudo.

O curtimento realizado nas diferentes fases e etapas (fase da ribeira - remolho, caleiro, descarne, purga, desengraxe; fase de curtimento - píquiel, curtimento; e, fase de acabamento - neutralização, recurtimento, engraxe, secagem e amaciamento) resultou em transformações químicas e físicas nas peles, percebidas macroscopicamente. Ao final da etapa de remolho, por exemplo, as peles estavam limpas, hidratadas e com início do desprendimento de escamas da derme. Para Hoinacki (1989), a hidratação conferida às peles após o remolho é importante já que a água funciona, em todas as fases tecnológicas do curtimento, como veículo, conduzindo os diferentes produtos utilizados em cada etapa a entrarem em contato com as fibras colágenas da pele, possibilitando assim, que as reações aconteçam satisfatoriamente nas fases subsequentes.

Na etapa de caleiro foi constatada maior abertura da estrutura fibrosa da pele e contínuo desprendimento das escamas, favorecendo o descarne. As peles estavam, nessa etapa, com coloração esbranquiçada conferida pela adição de agente tensoativo (sabão neutro) e alcalino (cal virgem). Gondim, Marinho & Lima Conceição (2015) e Pereira (2018) ao realizarem curtimento artesanal de peles de tilápia do Nilo com taníferos de cajueiro e aroeira, mantiveram a etapa de caleiro por 12 e 10 horas respectivamente. Já Rosa & Krupek (2014) e Schwarz, Mendonça, Wakiuchi, Sassamori & Rebuli (2018), ao utilizarem a mesma espécie e, cajueiro e aroeira como curtentes curtentes, realizaram essa etapa por uma e duas horas, respectivamente. Para Brandão (2007), caleiros inferiores a 14 horas podem resultar em couro duro; mas para Franco (2011), o tempo empregado pode variar de 1 a 24 horas, a depender da espécie de peixe em questão, tamanho e espessura da pele. Para o último pesquisador, as peles de tilápia podem permanecer *overnight* na solução de caleiro sem prejuízo ao curtimento.

Na etapa de descarne, neste estudo, as escamas desprenderam-se com facilidade em grande parte das peles, permitindo a visualização do desenho característico das lamélulas de proteção e inserção das escamas na tilápia do Nilo. No entanto, em algumas amostras foi constatada escamas bem aderidas nas regiões dorsal, caudal e, principalmente ventral, e presença de camada muscular e hipodérmica fortemente aderida em sua face interna.

Na metodologia empregada neste trabalho, o descarte ocorreu após a etapa de calceiro, mas pode ser realizada antes. Para Souza *et al.* (2006), a forma como é feita a retirada das peles na filetagem influencia a eficiência do descarte, uma vez que peles com grande quantidade de carne (tecido muscular) demandam maior mão de obra para realização dessa etapa, interferindo na fixação dos curtentes e demais materiais utilizados no curtimento, em etapas posteriores.

Antes das peles serem submetidas ao curtimento propriamente dito, foram submetidas a etapa de purga, por meio da imersão em solução contendo folha do mamoeiro em pó (fonte de papaína), por 40 minutos. Essa solução foi empregada para substituir enzimas proteolíticas empregadas regularmente em curtimentos, sejam estas de origem animal ou vegetal. A proporção utilizada foi de 1 % em relação ao peso das peles, como forma de controlar a desnaturação das fibras colágenas e perda da estrutura dérmica que resultam em enfraquecimento do couro, como já pontuado por Franco *et al.* (2013 b).

No piquel, etapa em que há redução do pH das peles, foi utilizado o pericarpo de babaçu como metodologia alternativa. A *A. speciosa* é uma espécie de palmeira abundante no estado do Maranhão. Utilizou-se o epicarpo e mesocarpo, ficando estes em repouso junto às peles por 40 minutos. Nascimento (2009) fez uso do pericarpo de *Caryocar villosum* (piquiá) em substituição a ácidos comerciais, e obteve eficácia do piquiá como agente acidulante.

O processo de extração dos taninos de aroeira resultou em extratos com coloração marrom avermelhada, característica desse vegetal (Figura 1 c). Corazza (2009) cita que em *S. terebinthifolius*, o teor de taninos é de 32 %. No presente trabalho, o curtimento foi adaptado ocorrendo aumento na duração desta etapa, totalizando 36 horas. Ao final do curtimento as peles adquiriram características físicas de couro, com odor típico do extrato vegetal utilizado.

Após o curtimento, a superfície da pele (flor) já apresentava desenho peculiar do couro de tilápia, sendo visível as lamélulas de proteção e inserção das escamas com maior definição em tamanho. Similar ao trabalho de Pereira (2018), os couros curtidos com aroeira apresentaram-se com maior transparência quando expostos contra a luz (Figura 3 m). A concentração de curtente utilizada no presente estudo (50%), tornou a solução concentrada, garantindo forte fixação às peles, visível macroscopicamente após a etapa de secagem.

Na etapa de neutralização das peles, apenas a água foi utilizada. Mas, em outros experimentos foram utilizados o bicarbonato de sódio em baixas concentrações, como agente neutralizante (Yoshida, Souza & Gasparino, 2016; Dos Santos *et al.*, 2021). Para Souza (2004), produtos auxiliares suaves utilizados na neutralização não causam prejuízo as fibras do couro e da flor, e eliminam os ácidos livres existentes no couro curtido ou formados durante o armazenamento, sem prejuízos a qualidade final do produto.

A proporção de curtente vegetal de aroeira utilizado na etapa de recurtimento, no presente trabalho, foi de 6 % das cascas em relação ao peso das peles, conferindo coloração peculiar do curtente vegetal e maior definição na coloração. A etapa de recurtimento quando realizada em conjunto com a etapa de tingimento confere melhor coloração final ao couro.

No engraxe, foi utilizado o óleo de soja comercial na proporção 8 % e ao final dessa etapa, as peles foram lavadas e apresentaram-se macias com brilho em sua superfície. Nunes, Dos Santos, Costa & Nunes (2023) no estado do Maranhão, utilizaram esse tipo de óleo, dissolvido em água quente, em peles de tambaqui e tambatinga, mas em proporção inferior (4%). Gutterres (1996) afirma que as substâncias engraxantes junto as substâncias curtentes são componentes principais incorporados à estrutura da pele durante a fabricação do couro e que as características físico-mecânicas também podem ser melhoradas pela ação dos óleos na etapa de engraxe, propiciando maior resistência à tração e alongação, garantindo maior resistência.

A secagem foi feita à sombra seguindo o recomendado para curtimento de peles de peixes e ao final deste processo apresentaram consistência marcante, sem odor típico de peixe, sendo consideradas nesta etapa um coproduto imputrescível, o couro. Mas, algumas peças obtidas apresentaram coloração heterogênea, perceptível em ambas as superfícies da pele (externa e interna), o que pode estar relacionado à exposição a correntes de ar e possível processo de oxidação, conforme já citado por Gondim *et al.* (2015).

As superfícies dos couros obtidos apresentaram-se oleosas, o que dificultou a manipulação na etapa do amaciamento, em algumas peças. O amaciamento não foi eficiente em propiciar redução de rugas e dobras presentes, resultando em alguns couros com maciez e elasticidade não desejadas, estando eles, rígidos, ressecados e quebradiços. Estes resultados podem estar associados a possível exposição ao sol, mesmo que de forma indireta. A baixa maciez inicial do couro pode também estar relacionada a alguns aspectos inerentes ao curtimento, como: (i) ausência do fulão - cilindro de movimentação mecânica constante-, na fase de engraxe; e, (ii) dificuldade de controle do pH por falta de equipamento próprio na etapa de neutralização.

Com os resultados obtidos pode-se concluir que o curtimento de pele de tilápia do Nilo proposto é de fácil execução, baixo custo e seu fluxograma de produção, com a utilização de produtos caseiros e acessíveis, propicia a replicação do processo em comunidades, inclusive as pesqueiras e aquícolas, o que converge para incremento da renda para muitas famílias. No estado do Maranhão seria uma tecnologia de uso promissor nos polos de produção de peixes como, a Baixada Ocidental, Baixada Oriental, Região Sul (ou Gerais de Balsas) e Região Tocantina e nos municípios de Matinha, Arari, Vitória do Mearim, Pindaré-Mirim, Igarapé do Meio, Santa Rita,

Estreito, Balsas, Imperatriz e Grajaú que estão entre os maiores produtores de peixes em cativeiro do Estado.

Mas, pontua-se que a ausência de homogeneidade na coloração e textura em algumas peças pode inviabilizar a utilização do couro obtido em escala industrial, como para as indústrias de vestuário e calçadista, mas estimula-se o uso para o artesanato. Sugere-se a realização de outros estudos com a utilização de diferentes percentuais de taninos de origem vegetal no curtimento das peles de outras espécies de peixes e, também da tilápia, bem como a realização de testes físico-mecânicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boscolo, W. R., Signor, A. A., Signor, A., Feiden, A., Reidel, A. & Boscolo, R. J. (2008). Substituição parcial e total do óleo de soja pelo óleo de tilápia em rações para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, 29(3):707-712.
- Brandão, W. N. (2007). *Dossiê técnico: curtimento de peles exóticas – peixes e rãs*. Bahia: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - Sbrt, Rede de Tecnologia da Bahia.
- Corazza, P. É. R. S. (2009). *Estudos físico-químicos, biológicos, validação de metodologia analítica e desenvolvimento de forma farmacêutica semi-sólida a partir de extrato da aroeira da praia (Schinus terebinthifolius Raddi)*. Dissertação, UEM, Maringá, Paraná, Brasil.
- Dos Santos, F. V., Martins, G. L., Oliveira, G. G., Sbaraini, S. C., Matiucci, M. A., De Castro, A. C. V. J. & De Souza, M. L. R. (2021). Qualidade de resistência de peles de Tilápia do Nilo submetidas ao curtimento com tanino vegetal. *Research, Society and Development*, 10(8):e36110817277-e36110817277. DOI: [10.33448/rsd-v10i8.17277](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17277).
- Dos Santos, J. J. N., Sousa, I. C. dos S., Bezerra, D. C., Coimbra, V. C. S. & Chaves, N. P. (2014). Desafios de adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico de situação. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81(4):315-321. DOI: [10.1590/1808-1657000062013](https://doi.org/10.1590/1808-1657000062013).
- Eiras, B. J. C. F., Medeiros Júnior, E. F. & Alves, M. M. (2015). Desenvolvimento de método artesanal de curtimento da pele da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), e sua difusão por

meio de oficina a uma comunidade no município de Bragança, PA, Brasil. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2)1123-1134. 10.5433/1679-0359.2015v36n2p1123.

- Evangelista, G. de O. L. & Cavalcanti, R. S. (2018). Alternativas sustentáveis para a cadeia produtiva de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em Morada Nova de Minas – MG. Recuperado em 10 de janeiro de 2024, de https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/images/PDF/SEP_2018/Trabalhos_Completos/ALTERNATIVAS_SUSTENTÁVEIS_PARA_A_CADEIA_PRODUTIVA_DE_TILÁPIA.pdf.
- Franco, M. L. R. S. (2011). Transformação da pele do peixe em couro. In: Gonçalves, A. A. (Org.). *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu.
- Franco, M. L. R. S., Franco, N. P., Gasparino, E., Dorado, D. M., Prado, M. & Vesco, A. P. D. (2013a). Comparação das peles de tilápia do Nilo, pacu e tambaqui: Histologia, composição e resistência. *Archivos de zootecnia*, 62 (237): 21-32. DOI: 10.4321/S0004-05922013000100003
- Franco, M. L. R. S., Uchimura, C. M., Prado, M., Yajima, E. M., Gasparino, E. & Da Silva, S. C. C. (2013b). Qualidade da pele do salmão, *Salmo solaris*: teste de resistência e hidroxiprolina. *Arquivos de Ciências do Mar*, 46(1):90-95.
- Gondim, R. D., Marinho, R. A. & Lima Conceição, R. N. L. (2015). Curtimento artesanal de couro de tilápia (*Oreochromis sp.*) a partir de três curtentes naturais. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 9(2):172-184. DOI: 10.5935/1981-2965.20150016
- Gutterres, M. Alternativas para destinação do resíduo do rebaixamento do couro wet-blue. (1996). *Revista do Couro*, 113(22):49-54.
- Hoinacki, E. (1989). *Peles e couros - origens, defeitos e industrialização*. Porto Alegre: Henrique d'Ávila Bertaso.
- Maranhão. (2019). *Maranhão é um dos maiores produtores de peixe do Nordeste*. 2019. Recuperado em 18 março de 2023, de <http://www.ma.gov.br/agenciadenoticias/desenvolvimento/maranhao->

e-um-dos-maiores-produtores-de-peixe-do-nordeste

- Nascimento, M. G. C. (2009). Curtimento de pele de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) com taninos vegetais da Amazônia. Dissertação, UFA, Manaus, Amazonas, Brasil.
- Nunes, L. R., Dos Santos, E. C. B., Costa., F. N. & Nunes, L. R. (2023). Utilização de tanino vegetal como viabilidade tecnológica para o curtimento de peles de peixe. *Arquivos de Ciências do Mar*, 55(2):32-40.
- Pereira, I. G. C. (2018). Curtimento artesanal da pele de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Monografia, UFA, Penedo, Alagoas, Brasil.
- Rosa, J., Krupek, R. A. (2014). Análise e avaliação do curtimento artesanal da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e rendimento ao longo das diferentes fases do processo. *Revista Luminária*, 16(2):27-41. DOI: 10.33871/23594373.2014.16.02.339
- Santo, F. V. dos & Souza, M. L. R. de. Avaliação do curtimento ecológico em peles de tilápias de diferentes categorias de pesos ao abate. In: 29º Congresso Anual de Iniciação Científica, 9º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior, 2020, Maringá. Anais [...]. Maringá, 2020. P. 1-4. Disponível em:
<http://www.eaic.uem.br/eaic2020/anais/artigos/4700.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- Schwarz, K. K., Mendonça, K. S., Wakiuchi, S. S., Sassamori, J. C. & Rebuli, G. C. J. P. (2018). Metodologias para a transformação das peles de Linguado, Robalo, Parú e Tilápia em couro. *Pubvet*, 12(2):1-8. DOI: 10.22256/pubvet.v12n2a23.1-8
- Souza, M. L. R de. (2004). *Tecnologia para processamento das peles de peixes*. Maringá: Eduem.
- Souza, M. L. R. D., Casaca, J. D. M., Nakaghi, L. S. O., Franco, N. D. P., Silva, L. O. D., Dourado, D. M. & Viegas, E. M. M. (2006). Efeito da técnica de curtimento e do método utilizado para remoção da pele da Tilápia-do-nilo sobre as características de resistência do couro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4):1273-1280. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500004

Yoshida, G. M., Kunita, N. M., Souza, M. L. R. & Gasparino, E. (2016). Análises mecânicas e físico-químicas de couros de tilápia, cachara e salmão. *Archivos de zootecnia*, 65(251):349-355. DOI: 10.21071/az.v65i251.696.

ÍNDICE REMISSIVO

1 Curtimento

2 Pele

3 Couro

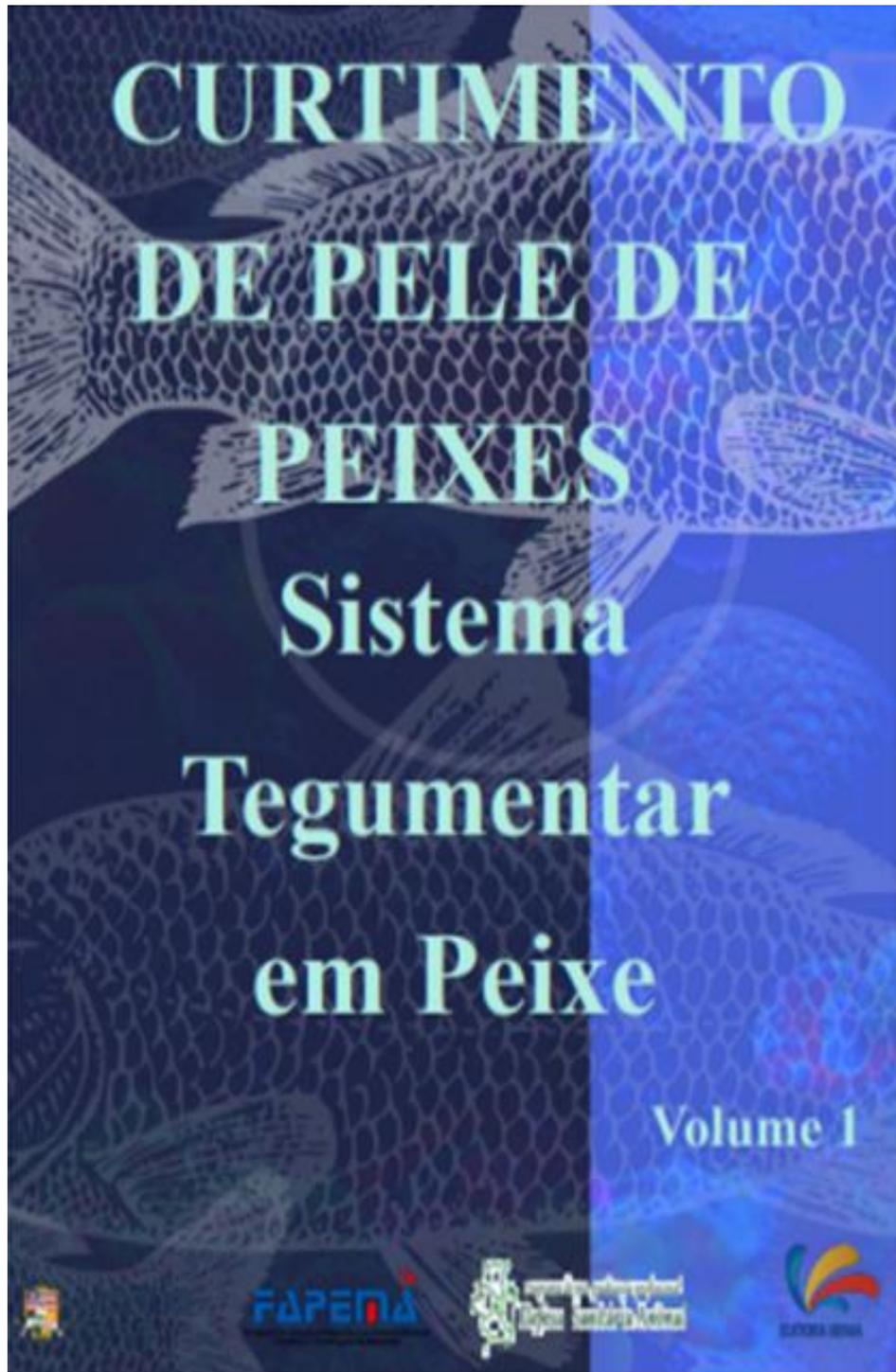
4 Tilápia do Nilo

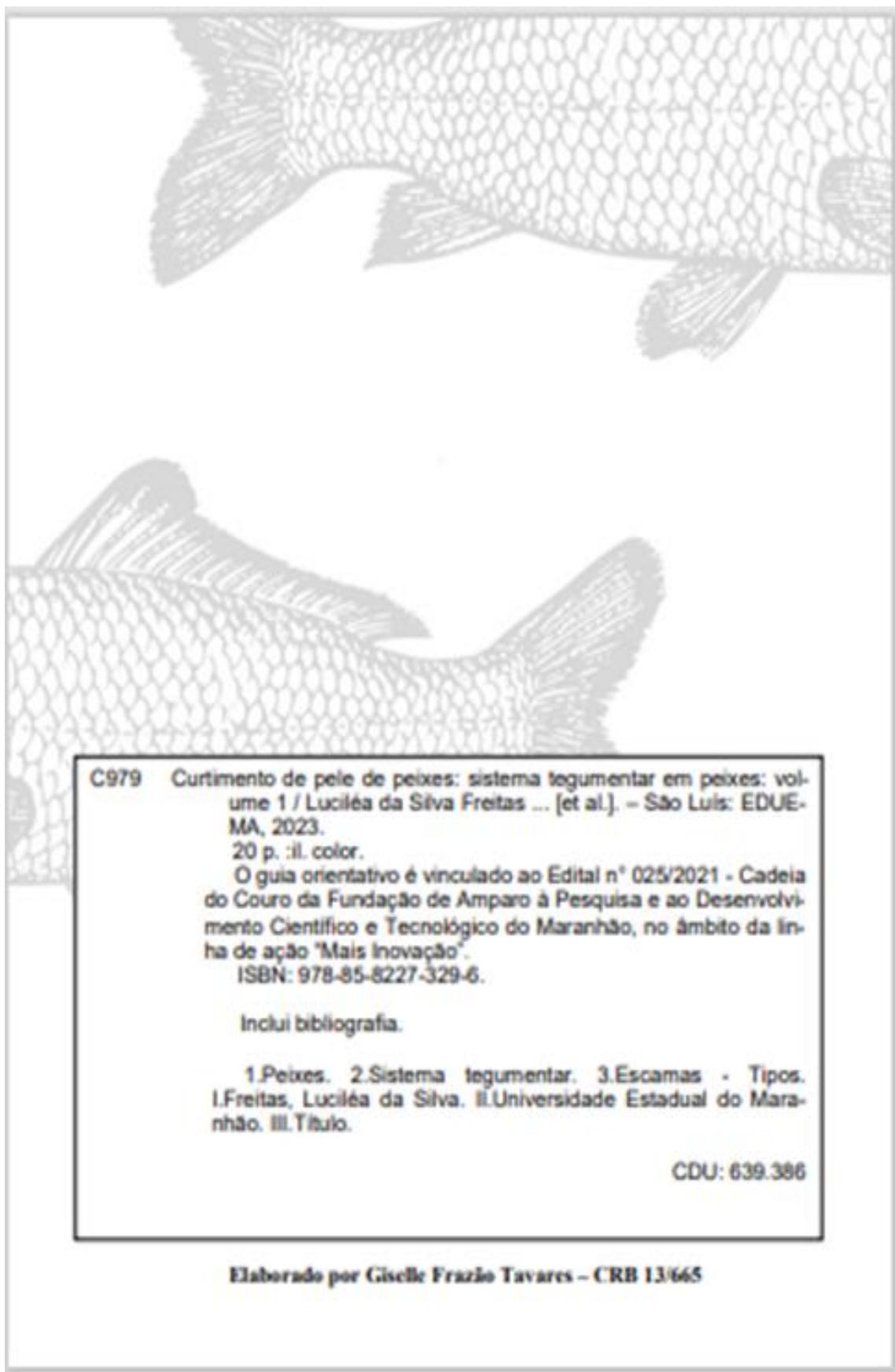
5 Aroeira

CAPÍTULO IV

5. GUIAS ORIENTATIVOS

5.1 Guia Orientativo – volume 1: Sistema Tegumentar em Peixes.





C979 Curtimento de pele de peixes: sistema tegumentar em peixes: volume 1 / Luciléa da Silva Freitas ... [et al.]. – São Luís: EDUE-MA, 2023.

20 p. : il. color.

O guia orientativo é vinculado ao Edital nº 025/2021 - Cadeia do Couro da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, no âmbito da linha de ação "Mais Inovação".

ISBN: 978-85-8227-329-6.

Inclui bibliografia.

1. Peixes. 2. Sistema tegumentar. 3. Escamas - Tipos.
I. Freitas, Luciléa da Silva. II. Universidade Estadual do Maranhão. III. Título.

CDU: 639.386

Elaborado por Giselle Frazão Tavares – CRB 13/665



AUTORES

Luciléa da Silva Freitas

Marilyne Garcia Franco

Juliana Maria Alves Caldas

Daniel Silva de Araújo

Greiciene dos Santos de Jesus

Joyce Caroline Campos Mendes Braga

Amanda Mara Teles

Alanna Raissa de Araújo Silva

Danilo Cutrim Bezerra

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

SÃO LUÍS - MA
2023

DIVISÃO DE EDITORAÇÃO

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

EDITOR RESPONSÁVEL

Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL

Alan Kardec Gomes Pachêco Filho

Ana Lucia Abreu Silva

Ana Lúcia Cunha Duarte

Cynthia Carvalho Martins

Eduardo Aurélio Barros Aguiar

Emanoel Cesar Pires de Assis

Emanoel Gomes de Moura

Fabiola Oliveira Aguiar

Helciane de Fátima Abreu Araújo

Helidacy Maria Muniz Corrêa

Jackson Ronie Sá da Silva

José Roberto Pereira de Sousa

José Sampaio de Mattos Jr

Luiz Carlos Araújo dos Santos

Marcelo Cheche Galves

Marcos Aurélio Saquet

Maria Medianeira de Souza

Maria Claudene Barros

Rosa Elizabeth Acevedo Marin

Wilma Peres Costa

APRESENTAÇÃO

Prezado leitor, me chamo Luna, realizo estudos e pesquisas sobre curtimento de pele de peixes. Convido vocês, que são piscicultores, pescadores, comerciantes, industriais, engenheiros de pesca, médicos veterinários, zootecnistas, alunos e todas as outras pessoas que estão interessados nessa temática, a lerem este guia orientativo que foi pensado como uma fonte importante e atualizada de conhecimento.

Neste material, vocês irão obter diversas informações importantes sobre o sistema tegumentar em peixes: com destaque para as seguintes: características gerais dos peixes; pele (funções, constituintes, glândulas), tipos de escamas e colorações. Vamos lá?

Boa leitura!



1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PEIXES

- São exclusivamente aquáticos, habitam tanto ambientes de água doce como de água salgada.
- A maioria possui o corpo recoberto por escamas e muco.
- Respiram, normalmente, por meio de brânquias.
- São ectotérmicos, isto é, a temperatura do corpo varia conforme a do ambiente.



Vejam um pouco mais sobre as características gerais dos peixes que constam na Figura 1.



Fonte: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/>

Figura 1. Morfologia externa dos peixes.

Podem ser divididos em duas classes:



Os condrictes:

Peixes cartilagosos, pois possuem um esqueleto constituído por cartilagem.

Os osteíctes:

O esqueleto desses peixes são de constituição óssea. Correspondem a 90% de todas as espécies marinhas



vs

CARACTERÍSTICA DOS PEIXES

CARTILAGINOSOS	ÓSSEOS
Boca ventral (para baixo)	Boca terminal (para frente)
Possui fendas branquiais	Possui opérculo (estrutura que protege as brânquias)
Sem bexiga natatória	Com bexiga natatória
Sistema digestivo terminando na cloaca	Sistema digestivo terminando em ânus
Esqueleto cartilaginoso	Esqueleto ósseo

2. SISTEMA TEGUMENTAR EM PEIXES

O sistema tegumentar ou cobertura externa do corpo é composto pela pele e receptores sensoriais. Este sistema é extremamente adaptado ao meio ambiente no qual se encontra os peixes e possui o maior número de funções nesses organismos (INFOTECH, 2021).



Fonte: Adaptado pelos autores.



Conhecer as características gerais dos peixes é fundamental para identificarmos a espécie e também possíveis anormalidades que possam comprometer a produtividade desses animais, tais como: doenças, deficiência nutricional, entre outros fatores.

3. PELE

Desempenha um papel importante como mecanismo de defesa. Nos peixes, a pele é bem adaptada para proteção contra lesões e doenças bacterianas, fúngicas e parasitárias (INFOTECH, 2021).

A pele de peixe é um produto nobre e de alta qualidade, podendo ser aplicada:



No tratamento de queimaduras.



Fabricação de utensílios de couro.

Fonte: Adaptado pelos autores.

3.1 FUNÇÕES DA PELE

- Revestimento do corpo;
- Balanço de eletrólitos (fluidos);
- Proteção e adaptação aos fatores ambientais que afetam a vida dos peixes, realizando a troca térmica (calor);
- Excreção e osmorregulação.
- Regulação da temperatura.



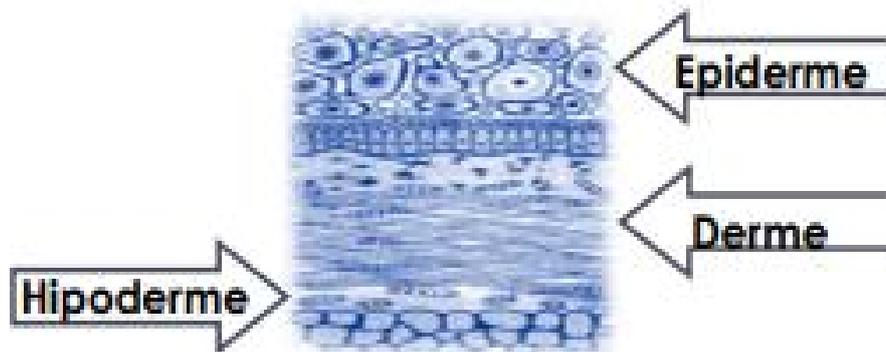
(INFOTECH, 2021).

Fonte: Adaptado pelos autores.

Nas criações, a adoção de boas práticas de manejo com os peixes (produção, despesca, transporte e manipulação) é de fundamental importância para evitar injúrias na pele. A manutenção da integridade da pele é de fundamental importância para a saúde desses animais e também para que se obtenha boas peles e subprodutos.



3.2 CAMADAS DA PELE: EPIDERME, DERME E HIPODERME



Fonte: Adaptado pelos autores.

Epiderme



É a camada mais externa da pele dos peixes com função protetora e de lubrificação, impedindo a invasão e proliferação de microorganismos patogênicos e permitindo que ela permaneça hidratada, com viscosidade e elasticidade (MITTAL, 1997).

3.2 CAMADAS DA PELE: EPIDERME, DERME E HIPODERME

Derme



A derme fica logo abaixo da epiderme. Nesta camada se formam as escamas e é onde se encontram as glândulas de veneno e mucosas, órgãos elétricos, bioluminescentes (fotóforos), sensoriais, receptores de som e os pigmentos (BEMVENUTI; FISCHER, 2010).

Hipoderme



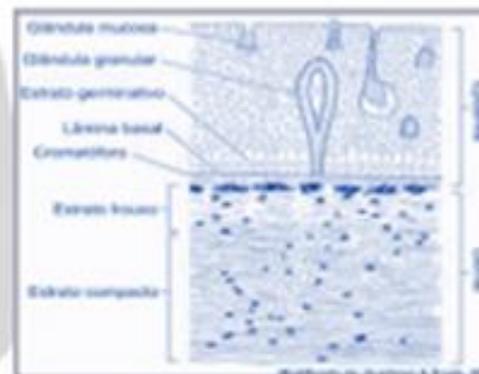
Sob a derme encontra-se uma camada de tecido conjuntivo mais frouxa, composta por fibras de colágeno pouco densas, cromatóforos (melanóforos, iridóforos e xantóforos), e tecido conjuntivo adiposo (WHITEAR *et al.*, 1980).

4. GLÂNDULAS EPIDÉRMICAS

A maioria das glândulas epidérmicas distribui-se por toda a epiderme, secretando muco, que forma uma camada protetora sobre o corpo dos peixes.

4.1 GLÂNDULA MUCOSA

As glândulas mucosas são responsáveis pela secreção de muco, uma substância glicoproteica, responsável pela lubrificação externa do peixe (MORO *et al.*, 2013).



Fonte: Adaptado pelos autores.

Vejamos algumas funções dessa glândula:

- **Reduz o atrito do peixe enquanto nada na água.**
- **Responsável pelo odor característico do peixe.**
- **Ajuda a regular a troca osmótica de água e íons entre os fluidos corporais e a água.**

4.2 GLÂNDULAS DE VENENO

18 ESPINHOS DE VENENO

São glândulas que secretam substâncias venenosas possibilitando que o peixe se proteja do inimigo e também possam ser usadas no ataque.



PEIXE LEÃO

RAIA



Fonte: Adaptado pelos autores.

VENENO NA PARTE POSTERIOR DA CAUDA



O Brasil com seus 8.500 km de costa, com águas temperadas e tropicais, abriga cerca de 200 espécies de peixes consideradas peçonhentas ou venenosas. Podem ser encontrados também em águas marinhas, fluviais e salobras, muitas vezes vivendo em locais rasos, em rochas, camuflados ou enterradas

4.3 FOTÓFOROS

São glândulas que permitem a produção de luz e são geralmente encontradas em peixes do fundo do mar e que habitam a escuridão. A luz produzida tem a função de identificar indivíduos semelhantes, de aprisionar presas, iluminar o ambiente e identificar peixes peçonhentos (INFOTECH, 2021).



Fonte: Adaptado pelos autores.

As glândulas luminosas e os fotóforos podem estar ao redor dos olhos, na parte superior da cabeça ou ao longo do corpo do peixe.

5. ESCAMA

As escamas têm função protetora e reduzem o atrito com a água. O tipo e tamanho das escamas muitas vezes estão relacionados ao modo de vida dos peixes. Exemplo: (i) têm escamas muito pequenas, quase imperceptíveis, com muito muco, tornando o peixe escorregadio; (ii) têm escamas robustas para proteção; (iii) existem aquelas de tamanho reduzido que permitem o nadar rápido; (iv) têm escamas muito grandes (BEMVENUTI; FISCHER, 2010).



Fonte: Adaptado pelos autores



Você sabia ?

Conseguimos identificar a idade dos peixes por meio da avaliação de suas escamas, por contagem dos anéis concêntricos. Estes surgem associados ao maior ou menor crescimento ao longo do ano.

5.1 TIPOS DE ESCAMAS

Nos peixes, as escamas apresentam grande variedade morfológica, com inúmeras formas e tamanhos que auxiliam no processo de identificação de espécies (Figura 2) (BEMVENUTI; FISCHER, 2010).

Nos peixes, as escamas podem ser classificadas em: ganóides, cosmóides, placóides e ósseas (cicloides e ctenóides) (FIGURA 2).

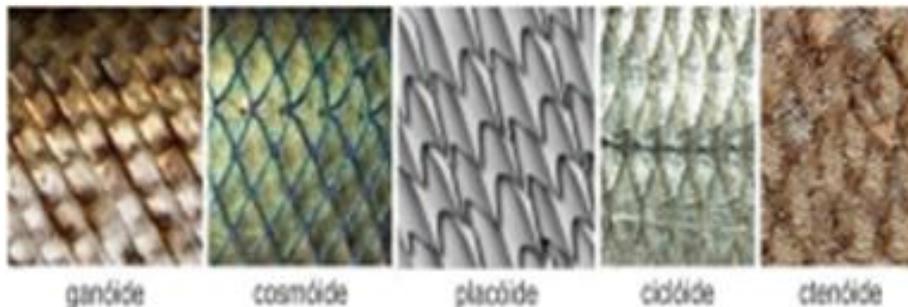


Figura 2. Diferentes tipos de escamas dos peixes.

Nota: Tipos de escamas dos peixes: escamas ganóides de pirarucu (*Arapaima gigas*)*, escamas cosmóides de peixe-lagarto (*Lepisosteus oculatus***), escamas placóides de tubarão (ou denticulos dérmicos); e escamas ósseas do tipo cicloides de voga (*Cyphocarax voga*) e ctenóides de peixe-rato (*Coelorrinchus marini*). * em domínio público, autor: George Chernilevsky; ** autor: Stan Shebs (ambas de Wikimedia.org).

6. COLORAÇÃO

A coloração é devida aos pigmentos contidos em células dérmicas modificadas, localizados na porção dérmica da pele, tanto na superfície externa quanto abaixo das escamas (Figura 3). As cores dos peixes podem apresentar algumas funções, como camuflagem ou defesa, rituais de acasalamento, comunicação entre indivíduos da mesma espécie, para alertar seus predadores da presença de veneno ou que não são palatáveis (BEMVENUTI; FISCHER, 2010).



Figura 3. Exemplo padrão de cores dos peixes.

CONSIDERAÇÕES

Diante do que foi apresentado, fica clara a necessidade de se conhecer o sistema tegumentar dos peixes e suas particularidades, uma vez que esses seres vivos estão presentes nos mais variados ecossistemas e são de extrema importância para diversos setores da economia (alimentação, curtimento de peles, mercado pet, dentre outros). Ainda, vale ressaltar a relevância do uso de materiais didáticos para disseminação de informações à comunidade acadêmica, produtores e demais envolvidos com a cadeia dos animais aquáticos, uma vez que esses instrumentos funcionam como facilitadores da troca de conhecimento.

REFERÊNCIAS

BENVENUTI, M. DE AZ.; FISCHER, L. G. Peixes: Morfologias e adaptações. **Cadernos de Ecologia Aquática**. v. 5, n. 2, p.31-54. 2010.

BRANDÃO, V. Conheça os peixes venenosos e peçonhentos encontrados no litoral do ES. 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/cotidiano/conheca-os-peixes-venenosos-e-peconhentos-encontrados-no-litoral-do-es-0921>. Acesso em: 23 fev. de 2023.

INFOTECH. **Sistema tegumentar em peixes: definição, pele, muco e escamas**. 2021. Disponível em: <https://infotech-web.com/pt/advice/8841-integumentary-system-in-fish-definition-skin-mucus-scale>. Acesso em: 23 fev. de 2023.

MORO, G. V. et al. **Anatomia e fisiologia de peixes de água doce**. IN: 46 RODRIGUES, A. P. O. et al. *Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos*. 1ª Edição. Brasília, DF: Ed. Embrapa, 2013. p.301-336.

MITTAL, A. K. Fish skin glands e their secretions. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM. BIOLOGY OF TROPICAL FISHES, 1997. Manaus, Amazonas, Brasil. **Anais...** Manaus : Universidade do Amazonas, 1997. p.5.

WHITEAR, M. et al. **Endothelial layers in fish skin**. *Journal of Fish Virology*, v. 17, p 43-65, 1980.

APOIO



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento
Científico e Tecnológico do Maranhão



Programa de pós-graduação profissional
Defesa Sanitária Animal



EDITORA UEMA

5.2 Guia Orientativo – volume 2: Curtimento de Pele de Peixes – Transformação da Pele em Couro



C979 Curtimento de pele de peixes: transformações da pele em couro: volume 2 / Marlyne Garcia Franco ... [et al.]. – São Luís: EDUEMA, 2023.

20 p. il. color.

O guia orientativo é vinculado ao Edital n° 025/2021 - Cadeia do Couro da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão, no âmbito da linha de ação "Mais Inovação".

ISBN: 978-85-8227-331-9.

Inclui bibliografia.

1.Peixes - Pele - Res aproveitamento. 2.Sustentabilidade. 3.Produutos animais. I.Franco, Marlyne Garcia. II.Universidade Estadual do Maranhão. III.Titulo.

CDU: 637.8

AUTORES

Marlyne Garcia Franco

Luciléa da Silva Freitas

Izabela Alves Paiva

Franciely Assunção Matão

Vanielly Viana Rodrigues Vieira

Rayssa Gabrielle Lima Costa

Juliana Maria Alves Caldas

Daniel Silva de Araújo

Danilo Cutrim Bezerra

Diego Aurélio dos Santos Cunha

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

SÃO LUÍS - MA

2023

DIVISÃO DE EDITORAÇÃO
Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

EDITOR RESPONSÁVEL
Jeanne Ferreira de Sousa da Silva

CONSELHO EDITORIAL
Alan Kardec Gomes Pachêco Filho

Ana Lucia Abreu Silva
Ana Lúcia Cunha Duarte
Cynthia Carvalho Martins
Eduardo Aurélio Barros Aguiar
Emanoel Cesar Pires de Assis
Emanoel Gomes de Moura
Fabiola Oliveira Aguiar
Helciane de Fátima Abreu Araújo
Helidacy Maria Muniz Corrêa
Jackson Ronie Sá da Silva
José Roberto Pereira de Sousa
José Sampaio de Mattos Jr
Luiz Carlos Araújo dos Santos
Marcelo Cheche Galves
Marcos Aurélio Saquet
Maria Medianeira de Souza
Maria Claudene Barros
Rosa Elizabeth Acevedo Marin
Wilma Peres Costa

APRESENTAÇÃO

Olá, leitor!

Este guia orientativo foi elaborado para você! Ele é um produto associado ao projeto de pesquisa intitulado **"Alternativas tecnológicas sustentáveis para a elaboração de couro de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) como forma de geração de renda em comunidade Maranhense"**.

Nesse material você vai encontrar um conteúdo orientativo e ilustrado sobre: (i) mercado de peles de peixes no Brasil; (ii) etapas de pré-curtimento e curtimento de peles; (iii) espécies vegetais com potencial tanífero, entre outros assuntos.

Portanto, esperamos que ele se configure como uma importante ferramenta de atualização e obtenção de conhecimento para você.

Boa leitura!

Os autores.



SUMÁRIO

MERCADO DE PELES DE PEIXES NO BRASIL.....	6
QUALIDADE DA PELE DE PEIXE	7
ETAPAS DE PRÉ-CURTIMENTO DA PELE.....	9
Esfola.....	9
Conservação das Peles.....	10
DEFEITOS ORIGINADOS NO PROCESSAMENTO DA PELE.....	11
PROCESSO DE CURTIMENTO.....	13
Princípios Básicos e Etapas do Curtimento.....	13
Curtimento com Produtos Naturais.....	16
Formas de Tanino.....	17
Espécies de Vegetais com Potencial Tanífero.....	18
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
REFERÊNCIAS	20



MERCADO DE PELES DE PEIXES NO BRASIL

O couro do peixe se origina no processo de curtimento que transforma a pele em couro (Figura 1).

Figura 1. Pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) após curtimento.



Fonte: Adaptado pelos autores.

Por volta de 2008 iniciava o curtimento de pele de peixes no Brasil. Mas, a atividade foi inexpressiva até o ano de 2014. A maior procura por peles de peixe aconteceu em outros países, sobretudo no ano de 2015, momento em que esse coproduto (subproduto dotado de valor comercial) ganhou destaque e espaço no mercado mundial. No Brasil, o aproveitamento das peles de peixes pelas indústrias varia de 4,5% a 14% e ocupa a fatia de 35% do total de peles beneficiadas (NASCIMENTO, 2009).



VOCÊ SABIA?

São produzidos no Brasil, anualmente, milhões de toneladas de peixes. O curtimento da pele desses organismos viabiliza várias formas de aproveitamento com incremento da renda do produtor, como por exemplo, a produção de couro, que é utilizado na confecção de acessórios diversos, roupas e artesanatos variados (ÁVILA, 2018).



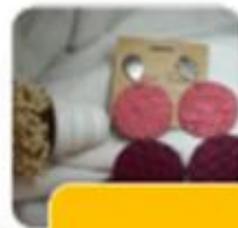
Aplicações do Couro de Peixe



Boisas / Carteiras



Sapatos



Brincos

QUALIDADE DA PELE DE PEIXE

As peles (principalmente as que têm escamas), após o curtimento, resultam em uma matéria-prima de qualidade e aspecto inimitável, devido à sua resistência e desenho da superfície, o que proporciona a aplicabilidade em diversos produtos de alto valor agregado (ÁVILA, 2018).



VOCÊ SABIA?

A obtenção de um couro de boa qualidade dependerá da qualidade da matéria prima utilizada no curtume. No processamento do couro, produtos de origem química, sintética ou vegetal, podem ser utilizados no curtimento do couro.

Em muitos países é frequente a utilização de taninos de origem vegetal para curtimento de pele de peixes. Eles podem ser encontrados nas sementes, caule e nas folhas de diferentes espécies vegetais (SOUZA *et al.*, 2003), a exemplo do cajueiro (Figura 2) e aroeira.

Figura 2. Cajueiro utilizado como fonte de tanino vegetal para curtimento de peles de peixes



Fonte: www.mundoecologia.com.br



FICA DICA!

A matéria prima deve apresentar qualidade, logo, as peles devem ter procedência, ou seja, devem ser originadas de espécies de peixes com tamanhos adequados e detentoras de fibras colágenas em quantidade. Essas características irão conferir durabilidade ao couro e atratividade ao consumidor seja pela cor, aparência ou *design*.

ETAPAS DO PRÉ - CURTIMENTO

A pele de peixe é rica em colágeno, uma proteína insolúvel que apresenta função importante para a obtenção do couro. O colágeno ao entrar em contato com os agentes curtentes tem sua estrutura modificada se tornando mais estável e menos perecível. Por isso, esse constituinte da pele é considerado importante no processo de transformação da pele em couro. No curtimento deve-se considerar alguns pontos, vejamos abaixo:



Esfola



Constitui a retrada da pele. Deve ser realizada seguindo as linhas de corte.



A esfola realizada de forma incorreta gera furos e riscos na pele depreciando a matéria-prima.

Conservação das Peles

Existem diversas formas de conservação de peles que são empregadas com o objetivo comum e principal de evitar a deterioração da matéria-prima. A conservação fundamenta-se na desidratação da pele para prevenir e/ou reduzir o crescimento bacteriano e a ação de enzimas (própria da pele ou oriunda de micro-organismos). Normalmente, o sal é o agente conservante mais utilizado, por sua eficácia e preço acessível, mas pode ser utilizado, também, o gelo, resfriamento ou congelamento (Figura 3).

Figura 3. Formas de conservação da pele de peixes



Fonte: Adaptado pelos autores.

DEFEITOS ORIGINADOS NO PROCESSAMENTO DAS PELES

Tanto a salga como as operações da ribeira, curtimento e acabamento podem gerar defeitos no produto final, o couro. Vejamos, então, cada uma dessas etapas e os principais defeitos que podem ocorrer:

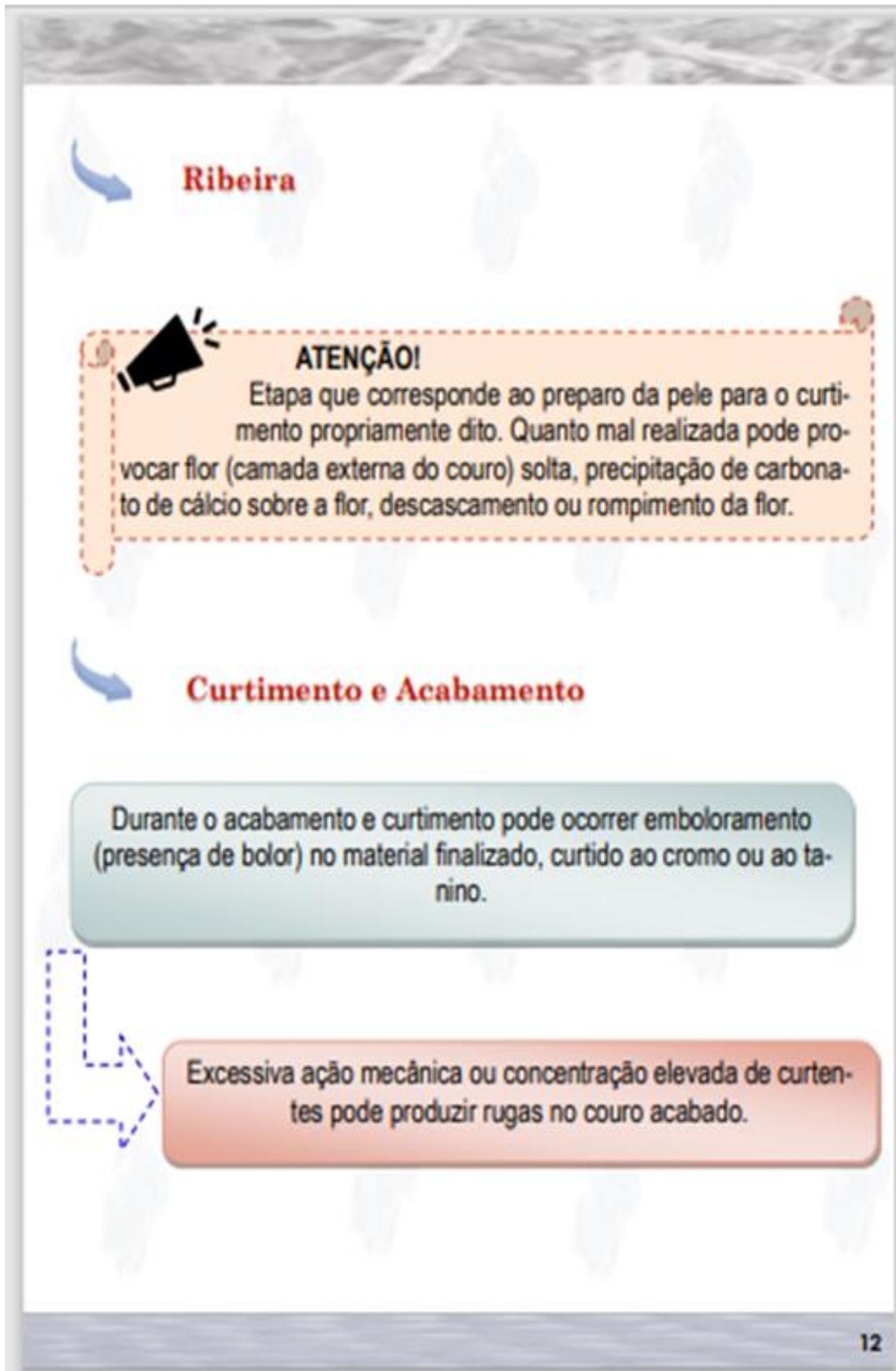
Salga

Etapa de conservação em que se utiliza o sal (Figura 4). Os defeitos que ocorrem em peles salgadas são oriundos de bactérias halofílicas (crescem em altas concentrações de sal) e do sal contaminado com impurezas (sais de magnésio, por exemplo). Em ambos os casos, os defeitos resultam em manchas de diferentes cores no couro.

Figura 4. Ilustração de produto salgado a base de peixe.



Fonte: Adaptado pelos autores.



PROCESSO DE CURTIMENTO

A transformação da pele em couro acontece no curtimento propriamente dito em que é mantida a natureza fibrosa da pele, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do material interfibrilar e ação de produtos químicos ou vegetais naturais (Figura 5). Nesse procedimento mantém-se a natureza fibrosa da pele e as fibras colágenas reagem com agentes curtentes que as preservam da deterioração por enzimas ou bactérias (FRANCO, 2011).

Figura 5. Casca de cajueiro utilizada em curtimento de pele para a obtenção de couro



Fonte: Adaptado pelos autores.



FIQUE ATENTO!

A principal modificação do couro ocorre pelo uso de produtos curtentes que apresentam a capacidade de estabilizar as peles, quimicamente e fisicamente.

Princípios Básicos e Etapa do Curtimento

No curtimento, a pele de peixes é submetida a determinadas etapas/procedimentos, seja com a utilização de produtos químicos ou vegetais. Após essas etapas a pele se transforma em material com durabilidade e qualidade físico-mecânica (SOUZA, 2013), o couro.



VOCÊ SABIA?

As peles de peixes mais utilizadas na produção de couro são da tilápia, pescada amarela, salmão, espadarte, matrinxã, pacu e tainha. Na Figura 6 são apresentados alguns exemplos.

Figura 6. Exemplos de peixes mais utilizadas no aproveitamento de pele para elaboração de couro



Tilápia



Pacu



Matrinxã

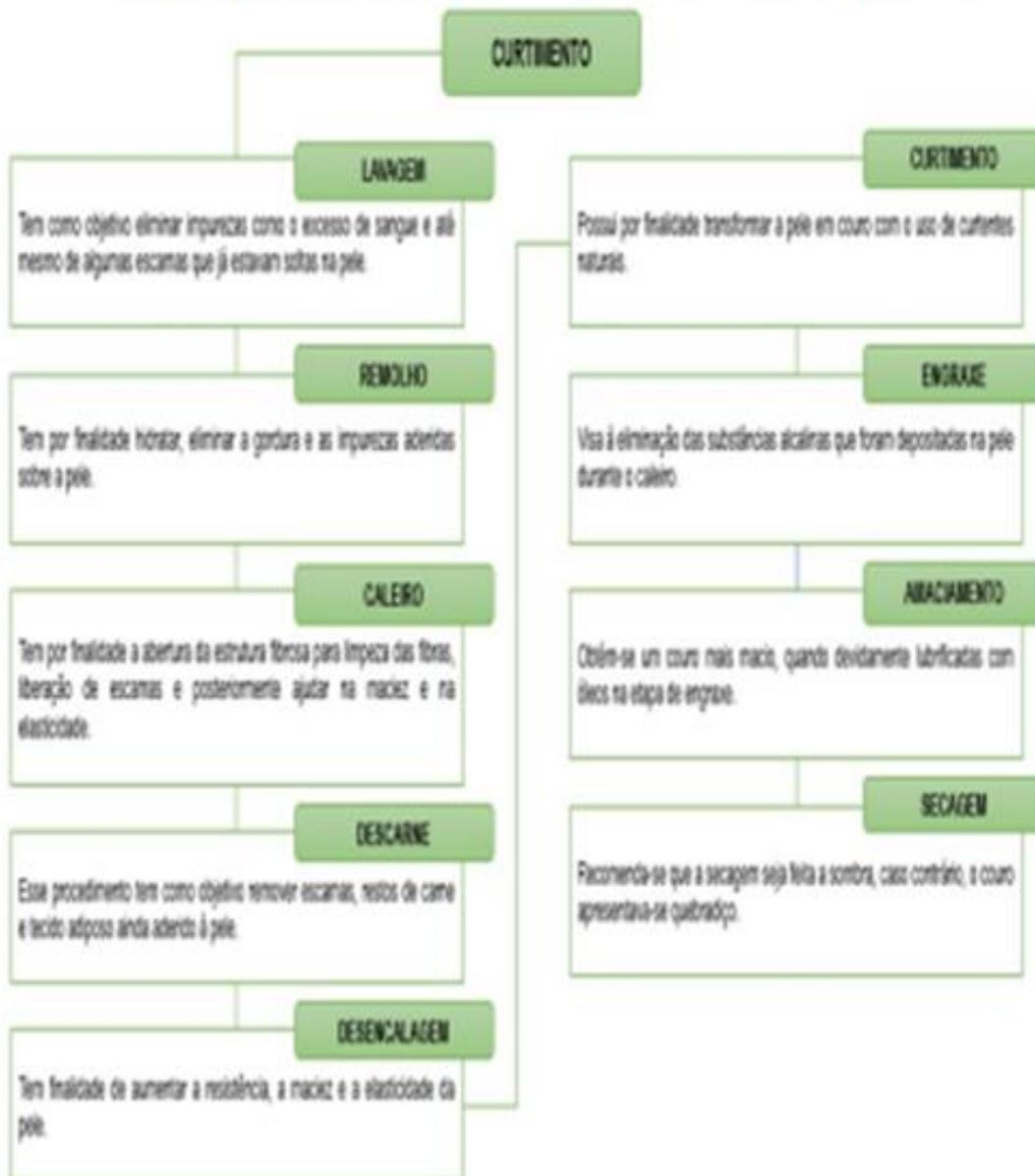


Salmão

Fonte: Adaptado pelos autores

No Figura 7 são apresentadas as diferentes etapas que caracterizam o fluxograma de curtimento artesanal da pele de peixes

Figura 7. Fluxograma de curtimento artesanal de peles de peixes



Fonte: Adaptado pelos autores.

Curtimento com Produtos Naturais

O curtimento realizado a partir de taninos vegetais (Figura 8) em substituição ao cromo (produto químico e poluente do meio ambiente) apresenta vários benefícios, como: (i) não poluição do meio ambiente; (ii) menor riscos de reações alérgicas nos manipuladores e consumidores; (iii) maior poder de absorção; (iv) mais brilho no acabamento do produto final; (v) os resíduos gerados são degradáveis e servem para uso em compostagens e produção de adubo (LOVO; ROSA, 2008).

Figura 8. Espécies vegetais como fonte de taninos no processo de curtimento artesanal de peles de peixes



Fonte: Adaptado pelos autores.



Formas de Taninos

Os taninos são substâncias naturais, minerais (obtidos de sais orgânicos à base de zircônio ou cromo) ou sintéticas (oriundo da condensação de compostos orgânicos, naftaleno e forfural), que podem precipitar as proteínas insolúveis das peles para transformá-las em couro (PANSIN *et al.*, 1962; HASLAM, 1966). Os taninos vegetais são classificados em dois grupos (Figura 9).

Figura 9. Classificação dos taninos vegetais



Fonte: Adaptado de Haslam (1966).

REFERÊNCIAS

ÁVILA, M. E. **A contribuição do curtume da pele do peixe para a sustentabilidade no município de Balneário Pinhal**. 2018. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Curso de Licenciatura em Educação do Campo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte, 2018.

FRANCO, M. L. R. S. **Transformação da pele do peixe em couro**. In: Golçalves, A. A. *Tecnologia do pescado - Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação*. Editora: Atheneu 1aed, p. 609, 2011.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins**. London: Academic Press. 1966.

LOVO, E.; ROSA, T. M. **Ecodesign: o calçado ecológico economicamente viável**. In: **Feira SENAI Paulista de Inovação Tecnológica – Inova SENAI**, 2008. Disponível em: <http://revistaeletronica.sp.senai.br/index.php/seer/article/viewFile/58/35>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.

NASCIMENTO, M. da G. C. do. **Curtimento de pele de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822)**. 2009. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas.

PANSHIN, A. J. *et al.* **Forest products: their sources, production, and utilization**. New York: McGraw-Hill, 2. ed. 1962.

PARRA POZO, L. A. **Estudo *in vitro* do efeito de extratos aquosos de plantas medicinais sobre *Clostridium difficile***. 1997. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, M. L. R. *et al.* **Análise da pele de três espécies de peixes: histologia, morfometria e testes de resistência**. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1551-1559, 2003.

SOUZA, M. L. R. **Tecnologia para peles de peixes: Processo de Curtimento**. 2013. Disponível em: http://www.iap.org.pe/publicaciones/CDs/MEMORIAS_VALIDAS/pdf/. Acesso em: 19 de fevereiro de 2023.



APOIO



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



FAPENMA

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento
Científico e Tecnológico do Maranhão



EDITORA UEMA



Programa de pós-graduação profissional
Defesa Sanitária Animal



CAPÍTULO V

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada para curtimento das peles de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi eficaz na geração de uma matéria-prima imputrescível, livre de contaminação microbiana e de processos autolíticos, observada pelas características finais da matéria-prima obtida: textura, odor e ausência de *off-flavor* de peixe.

Contudo, o resultado esperado em um couro, como maciez, elasticidade e flexibilidade, não esteve presente em sua totalidade neste estudo, necessitando de novos procedimentos de curtimento com aplicação de modificações desta metodologia. Adaptações podem ser realizadas nas etapas de caleiro e remolho, com alargamento do tempo de duração das imersões. Bem como, mudança na concentração do óleo empregado no engraxe ou na forma de emprego deste material e redução da concentração dos curtentes.

Como benefícios da metodologia proposta tem-se: utilização de vegetais típicos da região, possibilitando a confecção de couros de modo mais artesanal; possibilidade de geração de renda à comunidade, por meio da utilização do produto para confecção de artigos de vestuários, principalmente de artesanatos.

Reitera-se o papel que a elaboração de couro ecológico tem de prospectar melhorias socioeconômicas à população local, sobretudo ribeirinha e pesqueira. O impacto positivo dar-se-á por meio da difusão das técnicas de curtimento elaboradas, de maneira prática, interativa e dialógica, corroborando com os objetivos da Universidade, gerar pesquisas e implementar a sua propagação através do ensino e extensão.