

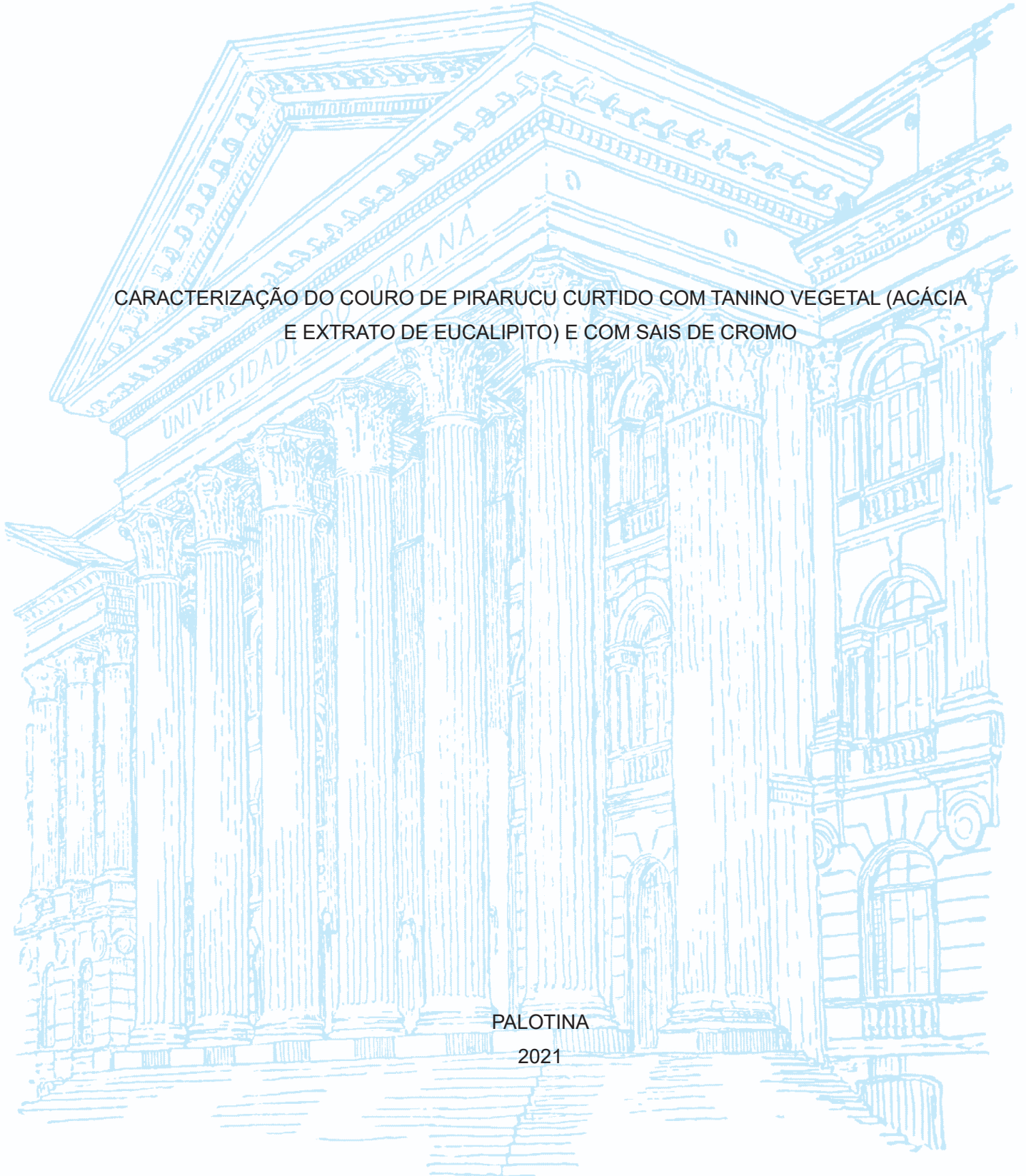
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ERICK PATRICK DOS ANJOS VILHENA

CARACTERIZAÇÃO DO COURO DE PIRARUCU CURTIDO COM TANINO VEGETAL (ACÁCIA
E EXTRATO DE EUCALIPITO) E COM SAIS DE CROMO

PALOTINA

2021



ERICK PATRICK DOS ANJOS VILHENA

CARACTERIZAÇÃO DO COURO DE PIRARUCU CURTIDO COM TANINO VEGETAL (ACÁCIA
E EXTRATO DE EUCALIPTO) E COM SAIS DE CROMO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Setor de Palotina, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Carla Simone Pavanelli

Coorientador(a): Prof. Pedro Ribeiro Sales Júnior

PALOTINA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V711 Vilhena, Erick Patrick dos Anjos
Caracterização do couro de pirarucu curtido com tanino vegetal (acácia e extrato de eucalipto) e com sais de cromo / Erick Patrick dos Anjos Vilhena – Palotina, 2021.
80f.

Orientadora: Carla Simone Pavanelli
Coorientador: Pedro Ribeiro Sales
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável.

1.Derme. 2. Epiderme. 3. Fibras Colágenas. 4. Histologia.
I. Pavanelli, Carla Simone. II. Sales, Pedro Ribeiro. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 639

Ficha catalográfica elaborada por Liliâne Cristina Soares Sousa – CRB 9/1736



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AQUICULTURA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - 40001016078P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ERICK PATRICK DOS ANJOS VILHENA** intitulada: **CARACTERIZAÇÃO DO COURO DE PIRARUCU CURTIDO COM TANINO VEGETAL (ACÁCIA E EXTRATO DE EUCALIPTO) E COM SAIS DE CROMO**, sob orientação da Profa. Dra. **CARLA SIMONE PAVANELLI**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 17 de Dezembro de 2021.

Assinatura Eletrônica

18/12/2021 20:47:25.0

CARLA SIMONE PAVANELLI

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

05/01/2022 07:00:28.0

MARIA LUIZA RODRIGUES DE SOUZA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ)

Assinatura Eletrônica

21/12/2021 20:27:34.0

LUCIANO CAETANO DE OLIVEIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico esse trabalho aos meus pais, Vanubia Furtado dos Anjos e Eugênio Vilhena Filho, minha irmã Ellen Cristine dos Anjos Vilhena e em memória dos meus avós Eugênio Vilhena e Arcelina Santos Vilhena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, á Deus, que me deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho. Em seguida, a minha família, aos meus pais e minha irmã pelo amor incondicional que recebo.

Agradeço a minha orientadora Dra. Carla Simone Pavanelli pela orientação, confiança e apoio.

Agradeço ao coorientador Pedro Ribeiro Sales pela paciência e ensinamento no processo de curtimento.

Agradeço em especial par a Professora Dr^a. Maria Luiza de Souza, pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa, pela orientação, paciência, ensinamentos que contribuíram para o meu crescimento profissional.

Agradeço, á Gislaine Gonçalves Oliveira, por toda a dedicação paciência e contribuição ao meu projeto de pesquisa.

Agradeço à Professora Dr^a Fernanda Losi Alves pela contribuição no meu projeto.

Agradeço ao Centro Integrado de Formação Profissional em Pesca e Aquicultura do Amapá (CIFPA) por todo apoio para a realização do curtimento.

Agradeço aos meus amigos, em especial Stefani Corrêa dos Santos, Melina Coradini, Angelica de Souza Khatlab, e a todos os integrantes do grupo G.E.P.O.A./UEM que me ajudaram nessa jornada, sem vocês esse trabalho não seria possível.

Agradeço a AMAPÁ FLORESTAL E CELULOSE S.A - AMCEL pela doação das cascas de eucalipto, a Apucarana Leather e MK Química pelos testes físicos mecânicos e ao Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa - COMCAP pelas análises.

Aos membros da banca, por aceitarem o convite para avaliação deste trabalho.

Quando algo é importante o suficiente, você realiza mesmo que as chances não estejam a seu favor.
(ELON MUSK)

RESUMO

O *Arapaima gigas*, conhecido popularmente no Brasil como pirarucu, é considerado um dos maiores peixes de água doce da América do Sul, sua carne é desprovida de espinhas e apresenta baixo teor de gordura, de forma geral o pirarucu, apresenta um atraente valor de mercado e grande importância para o comércio de pescado amazônico. A pele representa cerca de 20% do peso. Desta forma, foram realizados dois experimentos, sendo o experimento I que teve o objetivo de caracterizar a estrutura do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*) e avaliar a sua resistência físico-mecânica, quando submetido aos curtimentos com tanino vegetal (acácia+ extrato de eucalipto, *Corymbia torelliana*) e com sais de cromo, já o II experimento, objetivou-se, analisar a morfologia e a qualidade de resistência em regiões e sentidos diferentes do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*). Os resultados do experimento I, demonstraram que os pirarucus utilizados, pesavam em torno de 35 Kg, e as peles pesavam 8,5Kg, correspondendo a 24,29% do peso corporal dos animais. Após o curtimento os couros apresentaram 128 cm de comprimento e a largura variou de 32cm x 15cm. Em relação a histologia, observou-se feixes de fibras colágenas transversais a superfície da derme. Observou-se também que na região da central e caudal do couro de pirarucu, as fibras colágenas da derme se apresentam em um arranjo paralelo mais compacto. Em relação ao teste de resistência dos couros, a técnica de curtimento (ou agente curtente utilizado no processo) influenciou apenas na elasticidade (alongamento) do couro, mas quando analisado a região do couro de pirarucu, independentemente do agente curtente utilizado, a região influenciou na força máxima aplicada na ruptura do couro e resistência a tração. No experimento II a espessura do couro variou de 3,47mm no sentido transversal na região da cauda a 4,30mm na região central e caudal. Os couros não apresentaram diferença significativa para alongamento, força máxima aplicada na determinação do rasgamento progressivo e o rasgo, cujas médias foram 28,68%, 188,78N e 52,24N/mm, respectivamente. Já para a força máxima aplicada na ruptura do couro e a tração houve interação para regiões e sentidos analisados. Quanto a elasticidade do couro, não houve diferença significativa. A análise dos cortes histológicos, no sentido transversal observou-se camadas de feixes de fibras colágenas acidófilas sobrepostas, paralelas e intercaladas, de forma organizada na estrutura da derme, pode-se observar que a resistência a tração foi significativamente menor na região da cabeça, quando analisado o sentido longitudinal (26,65 N/mm²), sendo que disposição e orientação das fibras colágenas nesse corte confirmam que são mais espaçadas e menos entrelaçadas, proporcionando menor resistência do couro à tração, nesse sentido. Por tanto, conclui-se que o couro de pirarucu apresenta um desenho de flor que caracteriza a espécie. Os couros na região central apresentaram maior resistência a tração, enquanto na região da cabeça, no sentido longitudinal a menor resistência a tração. A qualidade de resistência pode ser melhor compreendida, em função da distribuição das fibras colágenas ou da arquitetura histológica, das diferentes regiões e sentidos dos couros.

Palavras-chave: Derme. Epiderme. Fibras Colágenas. Histologia. Teste de Resistência.

ABSTRACT

Arapaima gigas, popularly known in Brazil as pirarucu, is considered one of the largest freshwater fish in South America, its meat is devoid of bones and low in fat. and great importance for the Amazonian fish trade. The skin represents about 20% of the weight. In this way, two experiments were carried out, being experiment I, which aimed to characterize the structure of pirarucu (*Arapaima gigas*) leather and evaluate its physical-mechanical resistance, when subjected to tanning with vegetable tannin (acacia + eucalyptus extract, *Corymbia torelliana*) and with chromium salts, the second experiment aimed to analyze the morphology and quality of resistance in different regions and directions of pirarucu (*Arapaima gigas*) leather. used, weighed around 35 kg, and the skins weighed 8.5 kg, corresponding to 24.29% of the animals' body weight. After tanning, the hides were 128 cm long and the width varied from 32 cm x 15 cm. Regarding histology, bundles of collagen fibers transverse to the surface of the dermis were observed. It was also observed that in the central and caudal region of the pirarucu leather, the collagen fibers of the dermis are presented in a more compact parallel arrangement. Regarding the leather resistance test, the tanning technique (or tanning agent used in the process) influenced only the elasticity (elongation) of the leather, but when analyzing the region of pirarucu leather, regardless of the tanning agent used, the region influenced in the maximum force applied to break the leather and tensile strength. In experiment II, the leather thickness ranged from 3.47mm in the transverse direction in the tail region to 4.30mm in the central and caudal region. The hides showed no significant difference for stretching, maximum force applied in the determination of progressive tearing and tearing, whose averages were 28.68%, 188.78N and 52.24N/mm, respectively. As for the maximum force applied in the rupture of the leather and the traction there was interaction for regions and directions analyzed. As for the elasticity of the leather, there was no significant difference. The analysis of the histological sections, in the transversal direction, it was observed layers of superimposed, parallel and intercalated acidophilic collagen fiber bundles, in an organized way in the structure of the dermis, it can be observed that the tensile strength was significantly lower in the head region, when analyzed in the longitudinal direction (26.65 N/mm²), and the arrangement and orientation of collagen fibers in this section confirm that they are more spaced and less intertwined, providing lower tensile strength of the leather in this sense. Therefore, it is concluded that the pirarucu leather presents a flower design that characterizes the species. The hides in the central region showed higher tensile strength, while in the head region, in the longitudinal direction, the lowest tensile strength. The quality of resistance can be better understood, depending on the distribution of collagen fibers or the histological architecture, in the different regions and directions of the leathers.

Keywords: Dermis. Epidermis. Collagen Fibers. Histology. Resistance teste.

LISTAS DE FIGURAS

Introdução Geral	12
FIGURA 1- <i>Arapaima Gigas</i>	13
Artigo I: Qualidade de resistência de couros de pirarucu submetidos ao curtimento com tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto) e com sais de cromo	22
FIGURA 1- (A) <i>Corymbia Torelliana</i> embalada para o processo de extração do tanino. (A) casca inteira de <i>Corymbia Torelliana</i> , antes do procedimento de moagem. (C) processo de extração do tanino com água quente e fria	24
FIGURA 2– Couro de pirarucu mostrando as posições onde foram retirados os corpos de provas para realização dos testes de resistência (tração, alongamento* e rasgamento progressivo**). (A) as regiões do couro. (B) aumento da região central mostrando os sentidos de retiradas dos corpos de prova (longitudinal e diagonal ao eixo anteroposterior do animal e transversal, correspondendo a altura do peixe - largura do couro).....	26
FIGURA 3- (A e B) retiradas dos corpos de prova dos couros nas regiões cabeça, central e caudal, nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, com o auxílio do balancim (C) faca de corte para o corpo de prova de tração e alongamento. (D) couro e corpo de provas nos diferentes sentidos. (E) corpos de prova identificados. (F) espacimetro para mensurar a espessura dos corpos de prova.....	28
FIGURA 4– Couro de pirarucu da região central (A) e caudal (b), mostrando o tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas e o orifício da linha lateral do peixe.....	31
FIGURA 5 – Couro de pirarucu. (A) desenho de flor mostrando o orifício da linha lateral, no ponto de inserção de três lamélulas. (B) microscopia eletrônica de varredura mostrando a superfície do couro de pirarucu, com o orifício da linha lateral e exposição das fibras colágenas da lamélulas (seta).....	32
FIGURA 6 – Tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas do couro de pirarucu. a) região da cabeça e b) região da caudal.....	33
FIGURA 7- Mostrando o tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas, quanto ao comprimento (1), largura (2) e profundidade (3), nas regiões da cabeça (A) e caudal (B). 34	
FIGURA 8- Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região da cabeça, central e caudal, no sentido longitudinal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta – feixes de fibras colágenas transversais a superfície da derme. blocos de feixes de fibras colágenas dispostos transversalmente ao sentido da largura do couro (círculo pontilhado). cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).....	36
FIGURA 9- Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, nas regiões da cabeça, central e caudal, obtido no sentido longitudinal em relação ao eixo anteroposterior do animal	38
Artigo II: Qualidade de resistência e morfologia do couro de pirarucu curtido com acácia (<i>Acácia Mearnsii</i>) e extrato de eucalipto (<i>Corymbia Torelliana</i>).....	46

FIGURA 1- Peles de pirarucu (<i>Arapaima Gigas</i>) utilizadas para o curtimento com tanino vegetal.....	5
FIGURA 2- Local da retirada dos corpos de prova do couro de pirarucu, nas regiões próximo da cabeça, central e caudal, nos sentidos longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do peixe para análise de tração e alongamento e rasgamento progressivo.....	49
FIGURA 3- Corpos de prova para obtenção dos pontos de medidas da espessura para realizar as análises de determinação da tração e alongamento e rasgamento progressivo dos couros..	50
FIGURA 4- Mostrando o desenho de flor do couro de pirarucu, apresentando as lamélulas de proteção e inserção das escamas. mostra sempre quatro lamélulas se unindo num ponto em comum (seta) para formação do mosaico	52
FIGURA 5- Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região da cabeça, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta- lamélulas de proteção e inserção das escamas. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).....	59
FIGURA 6- Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região central, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta- lamélula de proteção e inserção das escamas. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).....	60
FIGURA 7- fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região caudal, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).....	61
FIGURA 8- Posição onde foi retirada amostra para análise histológica e microscopia eletrônica de varredura, no sentido transversal ao couro de pirarucu, correspondendo a largura do couro (altura do peixe).....	62
FIGURA 9- Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da cabeça, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal	63
FIGURA 10- Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da central, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal	64
FIGURA 11- Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da caudal, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1	Referências.....	17
	ARTIGO 1: Qualidade de resistência de couros de pirarucu submetidos ao curtimento com tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto) e com sais de cromo	19
2.1	Matérias e Metodos.....	23
2.2	Processo de curtimento das peles do <i>Arapaima ginas</i>	24
2.4	Testes de resistência dos couros.....	25
2.5	Análises histológicas dos couros.....	28
2.6	Análise físico químico dos couros.....	28
2.7	Análise Estatística.....	28
3	Resultados e Discussões.....	28
3.1	Caracterização do couro de pirarucu.....	28
3.2	Desenho de flor do couro.....	30
3.3	Histologia do couro de pirarucu.....	35
3.4	Microscopia eletrônica de varredura.....	37
3.5	Qualidade de resistência os couros curtidos com tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto) comparados aos com sais de cromo.....	38
3.6	Testes físico-químicos do couro.....	42
4	Conclusão.....	43
5	Referencias	44
	ARTIGO 2: Qualidade de resistência e morfologia do couro de pirarucu curtido com acácia (<i>Acácia Mearnsii</i>) e extrato de eucalipto (<i>Corymbia Torelliana</i>)	46
3.1	Matérias e Metodos.....	47
3.2	Testes de resistência dos couros.....	49

3.3	Análises histológicas dos couros.....	50
3.4	Análises de microscopia eletrônica de varredura	51
3.5	Análise estatística.....	51
4.	Resultados e discussões.....	52
4.1	Desenho de flor do couro de pirarucu.....	52
4.2	Qualidade de resistência dos couros curtidos com tanino vegetal e extrato de eucalipto.....	56
4.3	Histologia do couro de pirarucu.....	58
4.4	Microscopia eletrônica de varredura.....	63
5	Conclusão.....	65
6.	Referências.....	67

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura nos últimos anos vem crescendo, de acordo com os dados disponíveis pela FAO, 2018 (Food and Agriculture Organization) o crescimento é constante, porém aproximadamente 53% da proteína proveniente do pescado é da pesca extrativista (FAO,2018). O Brasil, apresenta características favoráveis para a produção de peixes, e a piscicultura também demonstra números favoráveis, se comparado aos últimos dados relatados pela associação brasileira de piscicultura que o crescimento foi de 5,93% (PEIXE- BR, 2021).

A piscicultura continental é bastante promissora na Amazônia Brasileira, pois além da existência de uma grande malha hidrográfica possui temperatura constante durante todo o ano e variedade de espécies nativas com potencial para o cultivo (TAVARES-DIAS, 2011).Apesar do potencial aquícola do Brasil, o consumo per capita dos brasileiros por peixes de cultivo de água doce é de 3 kg/hab/ano, somado com o consumo de peixes de água salgada, camarões, mexilhões e outros pescados nacionais e importados(FAO, 2017). A exceção é a região Norte que lidera em 70,70% na preferência do consumo de peixes pela população, seguido das carnes bovinas, aves, suínos e outros (LOPES et al. 2016). A explicação para o consumo singular na região Norte ocorre devido o peixe ser a fonte proteica mais importante na região Amazônica e seu consumo é influenciado por razões culturais, sociais e econômicos como também o acesso ao pescado na forma processada que pode auxiliar no aumento do hábito alimentar da população (OLIVEIRA et al., 2012; SOUZA et al., 2017).

O Estado do Amapá apresenta grande potencial para o crescimento da piscicultura continental (FRAP, 2008; GAMA, 2008), por apresentar também uma ampla variedade de espécies, disponibilidade de recursos hídricos e clima propício ao longo de todo o ano, sem período de entressafra como ocorre em outras regiões brasileiras (GAMA, 2008).

Dentre as espécies com grande potencial aquícola está o pirarucu *Arapaima gigas*, por apresentar crescimento rápido e alto rendimento de filé, peixe que se destaca como importante espécie para a aquicultura brasileira(CAVOLE, et al., 2015; MARTINS et al.,2015; TORRES, et al., 2015). É nativo da região amazônica e tem ocupado espaço no comércio mundial por possuir excelentes características biológicas e zootécnicas como crescimento acelerado e tolerância a altas temperaturas (MALHEIROS et al., 2016).

O *Arapaima gigas*, conhecido popularmente no Brasil como pirarucu (Figura 1) pertence ao grupo mais primitivo dos teleósteos, sendo um dos maiores peixes de água doce da América do Sul (GODINO et al., 2005).

FIGURA 1: *Arapaima Gigas*.

Fonte: Google Imagens, 2021.

O gênero *Arapaima* surgiu inicialmente na bacia amazônica e atualmente encontra-se distribuído no Brasil, Colômbia, Equador e Peru (HRBEK et al., 2005). Sua carne é desprovida de espinhas e apresenta baixo teor de gordura. Os níveis de rendimento de carcaça são elevados e o crescimento juvenil da espécie é considerado rápido. Por isso, o pirarucu, apresenta um atraente valor de mercado e grande importância para o comércio de pescado amazônico (BAYLEY & PETRERE, 1989; GODINHO et al., 2005).

Além da carne, é uma espécie que oferece também outros produtos com valor comercial, tais como cabeça, língua, carcaça, escama e pele. Entre eles, a pele é um dos produtos mais valorizados no mercado nacional e internacional. A pele representa cerca de 20% do peso de um indivíduo adulto, em torno de 12 kg para um peixe, considerando os peixes oriundos da pesca em lagos naturais, manejados por povoados e comunidades tradicionais (OPAN, 2018).

A ausência de um empreendimento de aquicultura capaz de criar o pirarucu a preços competitivos, de forma previsível e em larga escala deve-se principalmente ao fato de que essa espécie, apresenta dificuldades no processo reprodutivo em cativeiro, apresentando uma ovulação, espermição e/ou maturação final gonadal insatisfatória (FONTAINE, 1975).

Os dados atuais disponíveis em relação a produção e exportação de couro de pirarucu são muito escassos, os últimos dados mostram que entre 2011 e 2018 as exportações de couro e pele de pirarucu cresceram significativamente sobretudo a partir de 2014. A existência de mercado consumidor para couro de peixes e seu potencial de crescimento, são os principais fatores de maior abrangência dessa oportunidade de negócio (SOUZA, 2004).

Nas feiras e peixarias os resíduos de pescado são acumulados sem receber qualquer tipo de tratamento, fato que depõe contra a qualidade higiênica do local, contribuindo para aumento do problema da contaminação ambiental (NUNES, 2011). A possível transformação de resíduos em subprodutos de pescado é à base do conceito de sustentabilidade do mundo moderno. Produzir mais com menos custo, amenizando o impacto ambiental, significa produzir de forma mais eficiente, com aproveitamento integral das matérias-primas (SEBRAE, 2012).

A pele de peixe pode ser beneficiada e resultar em uma matéria-prima de qualidade e de aspecto peculiar inimitável após o curtimento, principalmente as peles de peixes desenhadas por suas escamas, consideradas um couro inovador. As características exóticas e sua aplicabilidade em vários produtos de alto valor agregado em função das lamélulas de proteção e inserção das escamas e vêm despertando a curiosidade e o interesse de muitos empreendedores (BITENCOURT et al., 2015).

Para a transformação da pele em couro é mantida a natureza fibrosa, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do material interfibrilar e pela ação de produtos químicos. Após a separação das fibras e a remoção do material interfibrilar, as peles são tratadas com substâncias denominadas curtentes, que as transformam em couros preservados dos processos autolíticos ou ataque microbiano (SOUZA, 2004, FRANCO et al., 2007).

No processamento de peles utiliza-se grande quantidade de produtos químicos, a maioria dos curtumes brasileiros utiliza o cromo como agente curtente. No entanto existem vários tipos de curtente como: os naturais, à base de tanino vegetal, tanino sintético, ou ainda à base de alumínio (BOSCOLO & FEIDEN, 2007; SOUZA, 2004).

O uso do tanino no curtimento vem tomando o lugar do cromo, que é utilizado no curtimento na forma trivalente e hexavalente (dicromatos), sendo esta última forma altamente tóxica para o homem (POTT & POTT, 1994). Busca-se, portanto, alternativas tecnológicas para substituição do cromo por outros agentes de curtimento (curtentes vegetais, sais minerais alternativos, compostos orgânicos reativos e substituição parcial do cromo pela obtenção de wet-white), bem como a otimização no processo de curtimento ao cromo, utilizando-se métodos de auto esgotamento de cromo, de sistemas de reciclos e outros (GUTTERRES, 1997).

Os curtentes naturais são encontrados em vegetais ricos em tanino, que podem estar nas cascas, raízes, folhas e frutos. As principais espécies utilizadas são o angico, o quebracho, mimosa e acácia negra (BOSCOLO & FEIDEN, 2007).

As principais vantagens da utilização do tanino são: melhorias no tratamento de efluentes, resíduos biodegradáveis, utilização dos resíduos na agricultura, eliminação do

chromo (principal agente tóxico), água residuária livres de chromo, eliminação de lodo em chromo, pó de serragem provenientes do lixamento e rebaixamento, livres de chromo (CULTRI& ALVES, 2008).

Substâncias como os taninos possuem sabor adstringente e são vastamente encontrados em plantas, auxiliando na proteção contra fungos, bactérias, vírus e até mesmo animais herbívoros. Este tipo de composto é conhecido por apresentar gosto amargo e odor repulsivo, podendo também causar intoxicações em animais. Se encaixam na classe dos compostos fenólicos solúveis em água, possuindo peso molecular entre 500 e 3000 u.m.a e podem ser obtidos através da extração de muitas espécies florestais. (MONTEIRO et. al., 2005). De acordo com Parrapozo (1997), os taninos naturais são encontrados em diversas partes do vegetal, tais como madeira, casca, frutos e/ou sementes e representam aproximadamente de 2 a 40% da massa seca da casca de diversas espécies florestais. As espécies geralmente utilizadas no mundo são: quebracho (*Schinopsis sp.*), ocorrendo na Argentina e Paraguai e a acácia negra (*Acacia mollissima* e *Acacia mearnsii*) na Austrália. No Brasil, a *Acacia mearnsii* domesticada e cultivada no Sul, com aproximadamente 28% de tanino apenas em sua casca. O *Eucalyptus astringens*, o mangue-vermelho (*Rhizophora candelaria*) e o mangue-branco (*Rhizophora mangle*) também são grandes representantes no país, com aproximadamente 50% de tanino em suas cascas.

A espécie *Corymbia torelliana* foi difusamente introduzida no Estado do Amapá, utilizado o tanino de acácia com a inclusão de tanino vegetal de eucalipto em substituição ao chromo, elemento químico que gera resíduos altamente poluentes para o meio ambiente. Este estudo tem como justificativa testar a eficiência de uma nova alternativa para o curtimento de peles de *Arapaima gigas*, usando como elemento curtante o tanino vegetal presente na casca do Eucalipto, para que no futuro possa agregar mais valor na cadeia produtiva do pirarucu.

São encontrados na literatura vários trabalhos com curtimento de peles de tilápia, avaliando diferentes técnicas de curtimento (SOUZA et al., 2005; SOUZA & SILVA, 2005; FRANCO et al., 2015) e métodos de remoção da pele (SOUZA et al., 2006), testes físico-químicos (GODOY et al., 2010), testes mecânicos (SOUZA et al., 2007; SOUZA et al., 2021) uso de taninos vegetais e sintéticos (VIEIRA et al., 2008). Por outro lado, ressalta-se que trabalhos utilizando a pele de cachara (SOUZA et al., 2014) e salmão (FRANCO et al., 2013; MATIUCCI et al., 2021), pescada amarela e corvina (CORRÊA et al., 2021), pirarucu (SOUZA et al., 2019) são escassos e ainda não há uma formulação definida para estas espécies. Além da necessidade de conhecer melhor a estrutura histológica dessas peles para entender a qualidade de resistência das mesmas.

1.1 Referências

- BAYLEY, Peter B.; PETRERE JR, Miguel. Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences/Publication speciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques., 1989.
- BITENCOURT, Aparecida; SARAIVA, Libertalamar; JESUS, Rogério. Produção do couro de pirarucu (Arapaima gigas), coproduto gerado no processamento do pescado. INPA, **IFAM**: Manaus, 2015.
- BOSCOLO, Wilson Rogério; FEIDEN, Aldi. Industrialização de tilápias. **Toledo: GFM Gráfica e Editora**, 2007.
- CALCIOLARI, Paula Renata Bueno; ROSSI, Juliano Baroni; BRANCÃO, A. L. Alternativa limpa para curtimento em couros: Um comparativo entre o curtimento ao cromo e o curtimento ao tanino vegetal em peles de peixe. **III Encontro Científico GRPro-Grupo de estudo de Produção**. 2008
- CAVOLE, L.M., Arantes, C.C., Castello, L., 2015. Uma estimativa para a pesca do Pirarucu na Amazônia. **Fisheries Research**. 168, 1-5
- CORRÊA, Stefane Santos et al. Avaliação mecânica, morfológica e físico-química, de couros de corvina, pescada amarela e tilápia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e163101522629-e163101522629, 2021.
- FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura. **Food and Agriculture Organization**. Rome, 2017.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. SOFIA: Meeting the Sustainable Development Goals. **Food and Agriculture Organization**. Rome, 2018.
- FONTAINE, Maurice. Physiological mechanisms in the migration of marine and amphihaline fish. **Advances in Marine Biology**, v. 13, p. 241-355, 1976.
- FRANCO, M. L. R. S. et al. Comparação das peles de tilápia do Nilo, pacu e tambaqui: Histologia, composição e resistência. **Archivos de zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 21-32, 2013.
- FRANCO, M. L. R. S. Tecnología para el procesamiento de pieles de pescado. **Maringá: Eduem**, 2007.
- FRANCO, Maria Luiza Rodrigues et al. Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. **Acta Tecnológica**, v. 10, n. 1, p. 24-31, 2015.
- FRAP- Fundo de Desenvolvimento Rural do Estado do Amapá. **Diagnóstico e estabelecimento de políticas públicas - 2008-2023**. Macapá, 2008. 66 p.
- GAMA, Cecile de Souza. A criação de tilápia no estado do Amapá como fonte de risco ambiental. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 525-530, 2008.
- GODINHO, Hugo P. et al. Gonadal morphology and reproductive traits of the Amazonian fish Arapaima gigas (Schinz, 1822). **Acta Zoologica**, v. 86, n. 4, p. 289-294, 2005.
- GODOY, L. C. et al. Testes físico-mecânicos e físico-químicos do couro da tilápia vermelha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 475-480, 2010.
- GUTTERRES, M. Considerações sobre curtimento ao cromo e meio ambiente. **Revista do couro**, p. 28-29, 1997.
- HRBEK, T.:Farias, I.P.; Crossa, M.; Sampaio, I. Population genetic analysis of de Arapaima gigas, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. **Anm Conserv**, 83:9=297-308, 2005.
- LOPES, Ivã Guidini; DE OLIVEIRA, Renan Gracia; RAMOS, Fabrício Menezes. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. Biota Amazônia (**Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota**), v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

- MALHEIROS, Dayna Filocreão et al. Toxicity of the essential oil of *Mentha piperita* in *Arapaima gigas* (pirarucu) and antiparasitic effects on *Dawestrema* spp.(*Monogenea*). **Aquaculture**, v. 455, p. 81-86, 2016.
- MARTINS, M.G., MARTINS, D.E.G., PENA, R.S., 2015. Secagem cinética e comportamento higroscópico do filé de pirarucu (*Arapaima gigas*) com diferentes teores de sal. **LWT - Food Science and Technology**. 62, 144-151.
- MATIUCCI, Marcos Antonio 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.
- MONTEIRO, Julio Marcelino et al. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p. 892-896, 2005.
- NUNES, M. L. Farinha de Pescado. In: Alex Augusto Gonçalves. (Org.). Tecnologia do Pescado. São Paulo: **Atheneu**, 2011. p. 362 – 371
- OLIVEIRA SARTORI, Alan Giovanini; AMANCIO, Rodrigo Dantas. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança alimentar e nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83-93, 2012.
- OPAN. Estudo de mercado e da cadeia de valor do couro de pirarucu no Amazonas. 2018.
- PARRAPOZO, L. A. Estudo in vitro do efeito de extratos aquosos de plantas medicinais sobre *Clostridium difficile*. **Universidade Federal de Viçosa**, 1997. 77 p.
- PEIXE, B. R. Anuário Peixe BR da piscicultura 2021. São Paulo: **Associação Brasileira de Piscicultura**, 2021.
- POTT, Arnildo; POTT, Vali Joana. **Plantas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994., 1994.
- SANTOS, Fabricio Vieira et al. Qualidade de resistência de peles de Tilápia do Nilo submetidas ao curtimento com tanino vegetal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e36110817277-e36110817277, 2021.
- SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio; EMPRESAS-SEBRAE, Pequenas. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas-Sebrae. 2012.
- SOUSA COELHO, Ana Cely; JUNIOR, Charles Harry Faria; SOUSA, Keid Nolan Silva. Fatores que influenciam a compra de peixes por classe social no município de Santarém-PA. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 1, p. 62-83, 2017.
- SOUZA FRANCO, Maria Luiza Rodrigues et al. Pele de Surubim: morfologia e resistência do couro com adição de óleo no engraxe. **Acta Tecnológica**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2014.
- SOUZA, M. L. R. Curtimento de pele de tilápia. BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. Industrialização de Tilápias. Toledo/PR: **GFM Gráfica & Editora**, 272p. Capítulo XI, p. 185-224, 2007.
- SOUZA, M. L. R. et al. Processamento do pirarucu, um peixe cada vez mais procurado pelos piscicultores. **Panorama da AQUICULTURA**, v. 177, p. 50-61, 2020.
- SOUZA, M. L. R. Tecnologia para processamento das peles de peixe. **Maringá: Eduem**, p. 14-55, 2004.
- SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de et al. 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**, v. 35, p. 1273-1280, 2006.
- SOUZA, Maria Luiza Rodrigues 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 agentes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 361-367, 2006.
- SOUZA, Maria Luiza Rodrigues 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.

TAVARES-DIAS, M. Piscicultura continental no estado do Amapá: diagnóstico e perspectivas. **Embrapa Amapá-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2011.

TORRES, F. G.; MALÁSQUEZ, M.; TRONCOSO, O. P. Impact and fracture analysis of fish scales from Arapaima gigas. **Materials Science and Engineering: C**, v. 51, p. 153-157, 2015.

VIEIRA, Ariana Martins et al. Curtimento de peles de peixe com taninos vegetal e sintético. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

Artigo 1: QUALIDADE DE RESISTÊNCIA DE COUROS DE PIRARUCU SUBMETIDOS AO CURTIMENTO COM TANINO VEGETAL (ACÁCIA + EXTRATO DE EUCALIPTO) E COM SAIS DE CROMO

Objetivou-se caracterizar a estrutura do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*) e avaliar a sua resistência físico-mecânica, quando submetido aos curtimentos com tanino vegetal (acácia+ extrato de eucalipto) e com sais de cromo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo duas técnicas de curtimento (sais de cromo e tanino, acácia+extrato de eucalipto) e três regiões (anterior próximo a cabeça, central e caudal). Foi observado que as lamélulas de proteção e inserção das escamas diminuem de. Na região da cabeça, foi quantificado 50 lamélulas, em 320 cm² (0,032m²), cujas lamélulas apresentam 4cm de largura, 3 cm de comprimento e 1,3cm de profundidade, na mesma área na região da cabeça as lamélulas apresentou 3 cmx2cmx1cm. Na avaliação histológica do couro de pirarucu, em relação as três regiões, nota-se que a derme é composta de camadas de feixes de fibras colágenas acidófilas sobrepostas, paralelas e intercaladas, de forma organizada na estrutura da mesma. Também pode-se observar feixes de fibras colágenas transversais a superfície da derme, porém não atingem toda a espessura da derme. Em relação aos testes de resistência os couros curtidos pelas duas técnicas de curtimento (sais de cromo e tanino vegetal), pode-se observar que a técnica de curtimento (ou agente curtente utilizado no processo) influenciou apenas na elasticidade (alongamento) do couro, mas quando analisado a região do couro de pirarucu, independentemente do agente curtente utilizado, a região influenciou na força máxima aplicada na ruptura do couro e resistência a tração. Por tanto, conclui-se que o couro de pirarucu apresenta um desenho de flor que caracteriza a espécie, em função do tamanho e distribuição das escamas inseridas nas lamélulas de proteção e inserção das escamas. A técnica de curtimento (tanino vegetal e sais de cromo) interfere na resistência dos couros de pirarucu, de modo que a técnica empregando sais de cromo proporciona maior elasticidade (alongamento) ao couro e o couro na região central apresentou uma maior resistência a tração.

Palavras- Chaves: Desenho de flor do couro. Lamélulas. Teste Físico-Químicos do couros

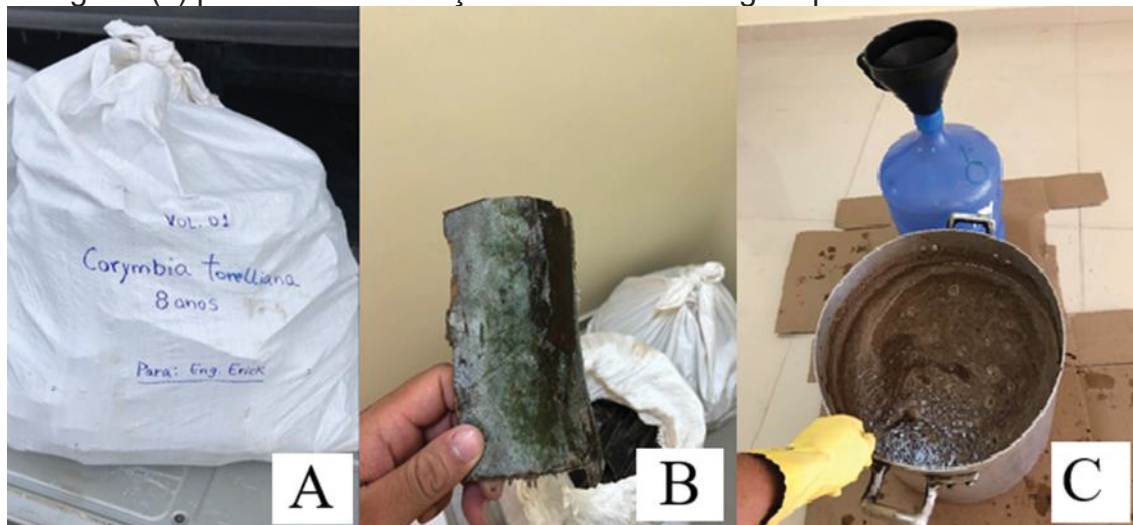
2.1 MATERIAIS E METODOS

O processo de curtimento das peles foi realizado no laboratório do Centro Integrado de Formação Profissional em Pesca e Aquicultura, pertencente ao estado do Amapá. As peles utilizadas nos experimentos foram doadas por uma piscicultura localizada na zona oeste da cidade de Macapá-MA, foram doadas um total de 20 peles referente a 10 pirarucus (*Arapaima gigas*), as peles foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -18 °C até a realização do processo de curtimento.

No processo de curtimento as peles foram divididas em dois tratamentos, sendo um curtimento com sais de cromo e o outro com eucalipto e extrato de acácia. Já a matéria prima, utilizada na extração do tanino vegetal a partir do eucalipto (*Corymbia torelliana*), foi doada pela empresa AMCEL (Amapá Floresta e Celulose S.A), empresa responsável pelo reflorestamento do estado no plantio de eucalipto para a confecção de cavaco. No processo de curtimento as peles dos peixes foram curtidas no mesmo fulão (equipamento de curtimento) para avaliar suas características físico-química e mecânica, nas mesmas condições de processamento para cada tratamento. A metodologia utilizada no processo de extração do tanino da *Corymbia torelliana*, foi de acordo com Vidal- Campello et al.,2021, com algumas modificações.

Foram utilizados 25kg de cascas de *Corymbia torelliana*, que foram moídos com o auxílio de um moedor de cozinha, após esse procedimento o material moído foi colocado em um recipiente para ferver, depois foi adicionado um litro de água quente alternado com um litro de água gelada, totalizando assim, 12litros de água e 10kg de pó de eucalipto (Figura 1.)

FIGURA 1- (A) *corymbia torelliana* embalada para o processo de extração do tanino. (b) casca inteira de *corymbia torelliana*, antes do procedimento de moagem. (c) processo de extração do tanino com água quente e fria.



Fonte (Autor, 2021).

2.3 Processo de curtimento das peles do *Arapaima ginas*

Foram utilizadas peles de piracucu com peso médio de cada unidade de pele de 128 Kg e 105,2 cm de comprimento, totalizando 170 kg de peles. A metodologia utilizada no processo de curtimento das peles para os diferentes agentes curtentes foi de acordo com Maluf (2010) com algumas adaptações (Tabela 1). Para o processo de curtimento as peles foram lavadas com água corrente para a retirada das impurezas e pesadas (HOINACKI 1989, SOUZA, 2004). As peles seguiram o mesmo processo até a etapa de piquel. Nessa etapa foram separadas aleatoriamente 10 unidade de peles para cada tratamento, que seguiram no processo de curtimento com sais de cromo e tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto), respectivamente.

Tabela 1- Etapas do processo de curtimento para saís de cromo e tanino vegetal, a partir da etapa de piquel até a etapa de engraxe, constando quantidade de água por etapa, os reagentes (%) e tempo de processo

Etapas	Água	Reagentes	Tempo (min/h)
Remolho	200% de água.	0,5% de Tensoativo (detergente). 0,2% de bactericida e fungicida. Esgotar.	60 min.
Caleiro	200% de água.	5% de Cal 2% de Tensoativo (detergente). PH: 12.	24 hrs
Desencalagem	200% de água. Lavar e esgotar.	2% de Sulfato de amônia. 0,2% Dekalon*. 1% de Tensoativo. PH: 8,5.	40 min
Purga	100% de água a 36°C.	0,5% de Enzima proteolítica. PH: 7,5.	60 min.
Píquel	100% de água.	8% de sal. 1% de ácido fórmico. PH: 4	30 min. 60 min.
Curtimento	Mesmo banho da etapa anterior.	10% de Cr (T0), 0,2 de bactericida e fungicida. 5% de acácia + 5% de chá de eucalipto (T1). PH:	8 hrs.
Neutralização	100% de água. Lavar e esgotar.	2 % de bicabornato de sódio. Ph: 5,6.	45 min.
Recurtimento	100% de água a 45°C.q	10% de Cr (T0), 0,2 de bactericida e fungicida. 5% de acácia + 5% de chá de eucalipto (T1).	30 min.
Tingimento	Mesmo banho da etapa anterior.	4 % ao banho. 1% de ácido fórmico. Lavar e esgotar.	1hrs 30 min.
Engraxe	100% de água a 60°C para emulsão.	5% de óleo sulfatado. 5% de óleo sulfitado. 1% de ácido fórmico. Lavar e esgotar.	30 min.
Secagem			4 hrs
Amaciamento*			

*Amaciamento mecânico; processo de curtimento ocorreu em 5 dias.

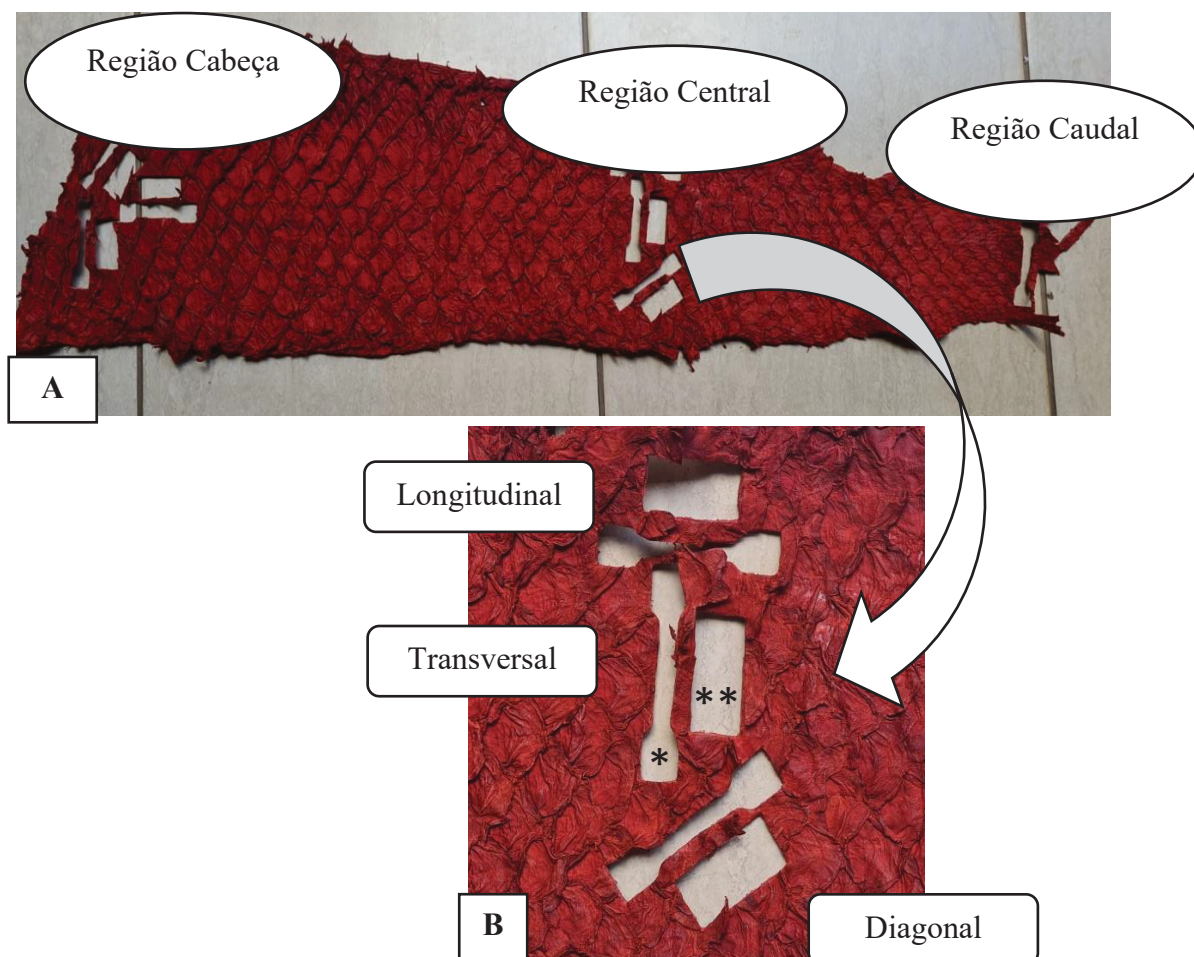
Fonte: Autor,2021

Todos os couros foram submetidos ao processo de secagem, e os couros foram mantidos esticados, para manter a superfície lisa e facilitar a retirada dos corpos de prova dos couros. Após todo o procedimento de curtimento realizado, os couros foram separados para a remoção dos corpos de provas para os dois tratamentos realizados e enviados ao Laboratório de Tecnologia de Peles e Couros, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), que pertence à Universidade Estadual de Maringá (UEM).

2.4 Testes de resistência dos couros

No Laboratório de Tecnologia de Peles e Couros foram retirados os corpos de provas dos couros de pirarucu, em função de cada agente curtente. Para tanto, foram retirados os corpos de provas em três regiões (anterior, central e caudal) do couro e nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal ao comprimento do couro, referente ao eixo anteroposterior, em cada região para a realização dos testes de resistência, conforme Figura 2.

Figura 2 – couro de pirarucu mostrando as posições onde foram retirados os corpos de provas para realização dos testes de resistência (tração, alongamento* e rasgamento progressivo**). a) as regiões do couro; b) aumento da região central mostrando os sentidos de retiradas dos corpos de prova (longitudinal e diagonal ao eixo anteroposterior do animal e transversal, correspondendo a altura do peixe - largura do couro)



FONTE: Autor,2021

Foram retirados corpos de prova por tratamento (região e sentido) em dez couros com auxílio de um balancim (Figura 3) e encaminhados ao laboratório climatizado (23°C e 50% de umidade relativa do ar) por 24 horas (ABNT – NBR ISO 2418, 2015), (Figura 3 E).

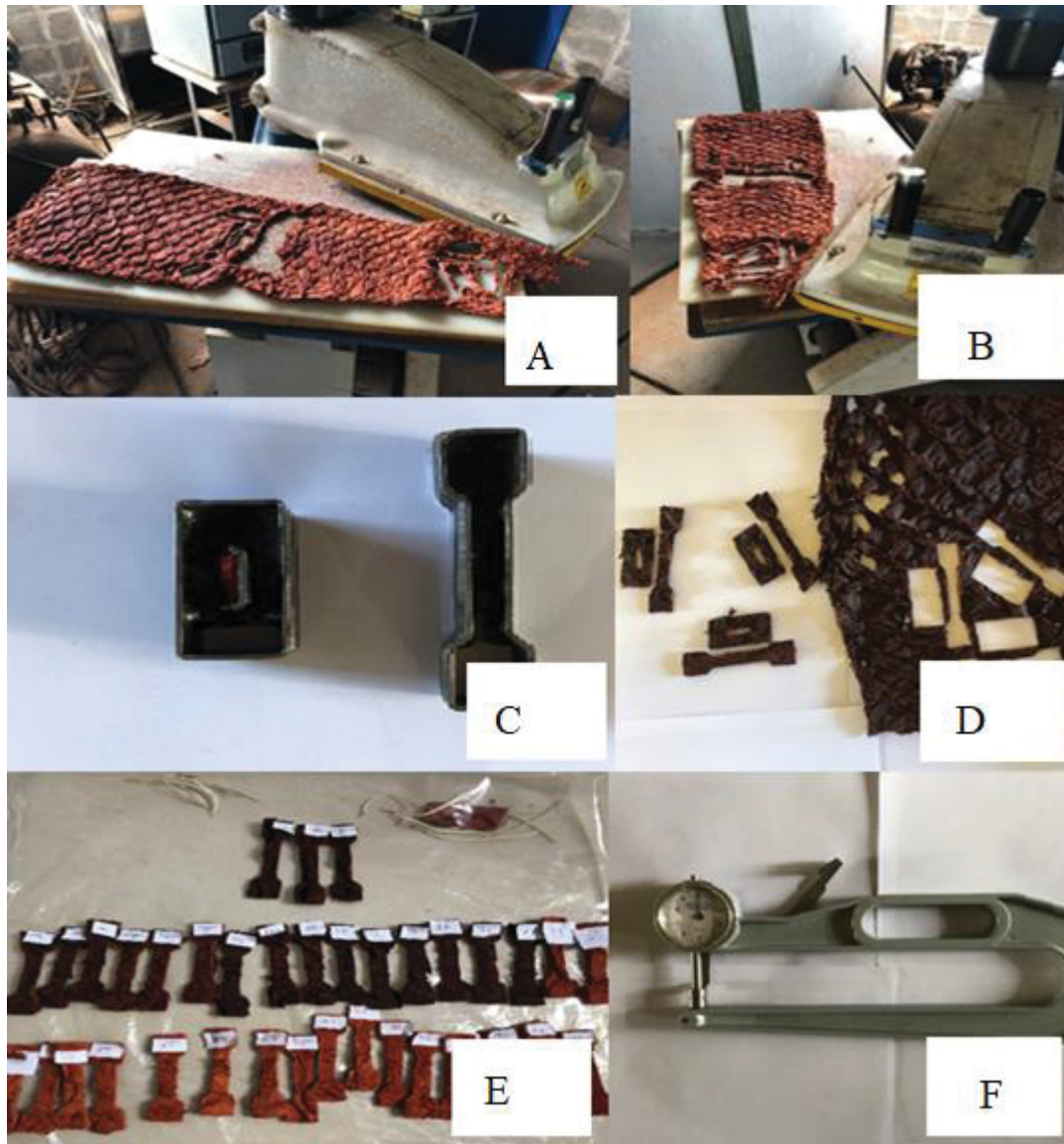
Para avaliar a resistência dos couros foi necessário medida da espessura em dois pontos determinados de cada corpo de prova, conforme normas da ABNT – NBR 11055, (2014) para análise para a determinação da resistência à tração e percentual de extração (alongamento) (ABNT – NBR ISO

3376, 2014) e ao rasgamento progressivo (ABNT – NBR 11055, 2014). (Figura 3).

Para análise referente a cada região do couro, foram utilizados os valores dos resultados de resistência referentes aos sentidos (somados e obtidas as médias). Essas médias foram utilizadas como valor de resistência de cada região do couro (Figura 3 D).

Para os testes de resistência, foi utilizado dinamômetro EmicDcame, com velocidade de afastamento entre cargas de 100 ± 10 mm/min, utilizando uma célula de carga de 200 kgf, realizado pela empresa Apucarana Leather S.A., localizada em Apucarana-PR.

Figura 3- (a e b) retiradas dos corpos de prova dos couros nas regiões cabeça, central e caudal, nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, com o auxílio do balancim; (c) faca de corte para o corpo de prova de tração e alongamento; (d) couro e corpo de provas nos diferentes sentidos. (e) corpos de prova identificados. (f) espacimetro para mensurar a espessura dos corpos de prova.



FONTE: Autor,2021

2.5 Análises histológicas dos couros

Foram retiradas de quatro couros, 3 amostras por couros curtidos para análise histológica. Essa análise foi realizada no laboratório de Pesquisa em Histopatologia – UEM. As amostras de couro retiradas foram desidratadas em soluções crescentes de álcool (70% a 100%), diafanizadas em xilol por uma hora e embebidas em parafina durante duas horas. Cortes histológicos

transversais a espessura da amostra, com 3 μm de espessura, foram obtidos em micrótomo automático (Leica RM 2145) e submetidos à coloração hematoxilina e eosina (HE). As imagens dos cortes histológicos foram obtidas em microscópio óptico (Olympus BX 50), acoplado à câmera de alta resolução (Olympus PMC 35 B), utilizando a objetiva de 20X em campos aleatórios da lâmina histológica.

2.6 Análise físico químico dos couros

Foram realizadas análises físico-químicas para a determinação do óxido de cromo (Cr_2O_3) (ABNT – NBR 11054, 2014), substâncias extraíveis com diclorometano (CH_2Cl_2) (ABNT – NBR 11030, 2013), pH de um extrato aquoso (ABNT – NBR 11057, 2006) em couros submetidos a duas técnicas de curtimento (sais de cromo e tanino vegetal, acácia+extrato de eucalipto). As análises foram realizadas no Laboratório de controle de qualidade e análises químicas da MK Química (Portão – RS).

2.7 Análise Estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, sendo duas técnicas de curtimento (sais de cromo e tanino, acácia+extrato de eucalipto) e três regiões (anterior próximo a cabeça, central e caudal). Para cada região do couro foi obtida a média entre os sentidos de longitudinal, transversal e diagonal.

Os resultados obtidos dos testes de resistência foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade. Foi utilizado o Software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA). (versão 9.2) (SAS, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do couro de pirarucu

Os pirarucus utilizados, pesavam em torno de 35 Kg, as peles 8,5Kg, correspondendo a 24,29% do peso corporal dos animais. Após o curtimento os couros apresentaram 128cm de comprimento e a largura variou de 32cm x

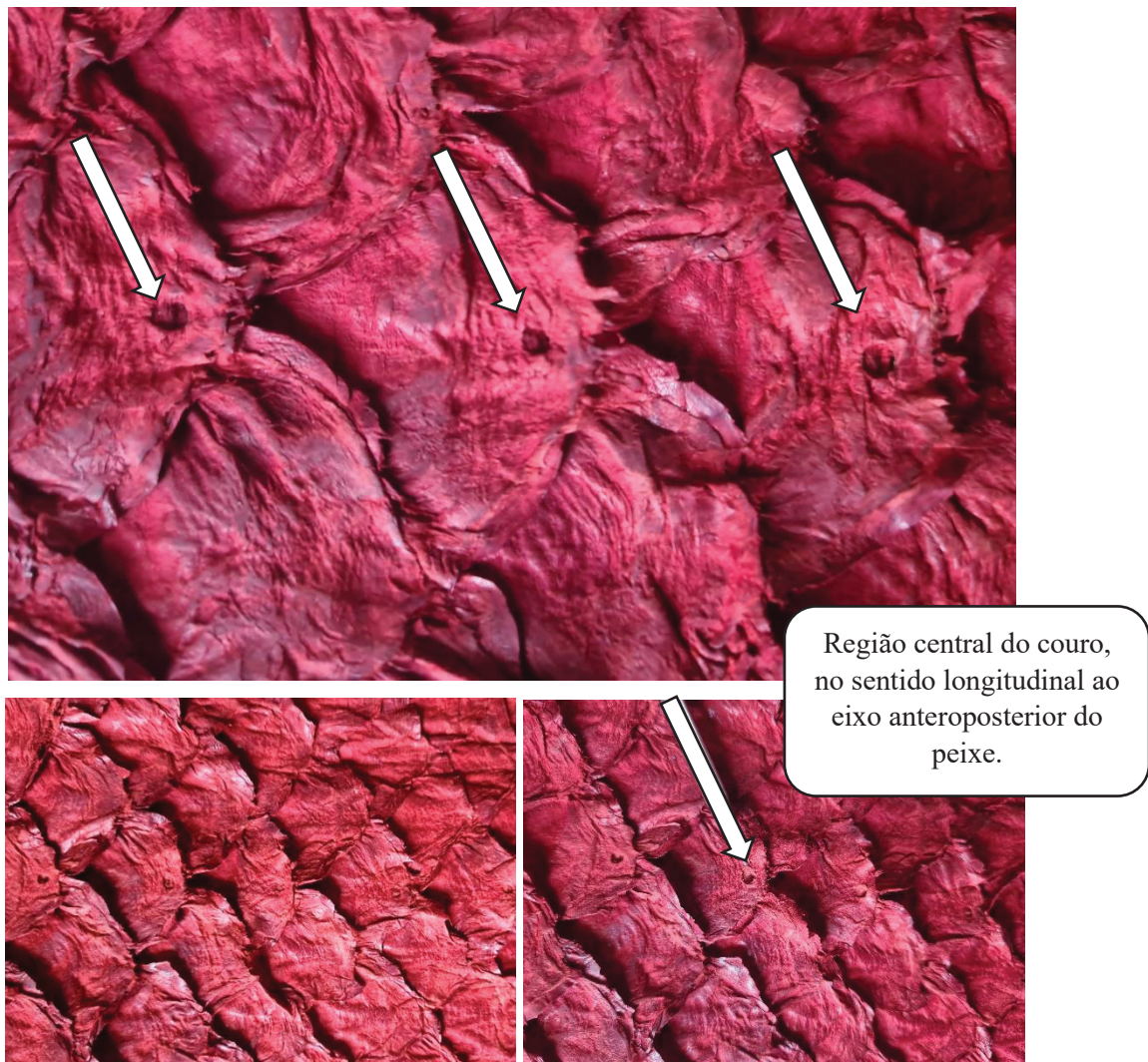
15cm (couro na largura da cabeça e da cauda). O couro na parte anterior referente a região da cabeça, apresentou em torno de 32 cm, região central 24 cm, enquanto que na caudal terminou com 15 cm. Estes couros apresentaram uma área útil de 0,29m², com a uma variação de espessura de 4,03mm na região anterior próximo a cabeça, 4,03mm na central e 3,44 na caudal.

3.2 Desenho de flor do couro

O couro de pirarucu apresenta um desenho de flor, após curtimento, que caracteriza a espécie, em função do tamanho e distribuição das escamas inseridas nas lamélulas de proteção e inserção das mesmas, caracterizada pela formação de um mosaico único para essa espécie de peixe. Esse mosaico difere dentro da espécie, apenas em função do porte do animal e tamanho formado pelas lamélulas nas diferentes regiões do couro. Segundo Almeida (1988), os couros de peixe de escama, após o curtimento, apresentam um desenho, inimitável, além de garantir exclusiva padronagem de alto impacto visual (ADEODATO 1995). O desenho é uma característica própria de cada espécie após o curtimento, constituindo uma definição de cada tipo de pele, em função da espécie de peixe (SOUZA, 2004).

Na superfície do couro, ou desenho de flor do couro, mostra lamélulas sobrepostas, como telhas em um telhado e estas lamélulas apresentam um ponto de inserção, onde 3 lamelulas de sobrepõe. Neste ponto referente a linha lateral do animal, possui uma linha longitudinalmente ao comprimento do couro, de orifícios, exatamente no ponto de inserção entre as três lamélulas (Figuras 4 e 5).

Figura 4 – couro de pirarucu da região central (a) e caudal (b), mostrando o tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas e o orifício da linha lateral do peixe

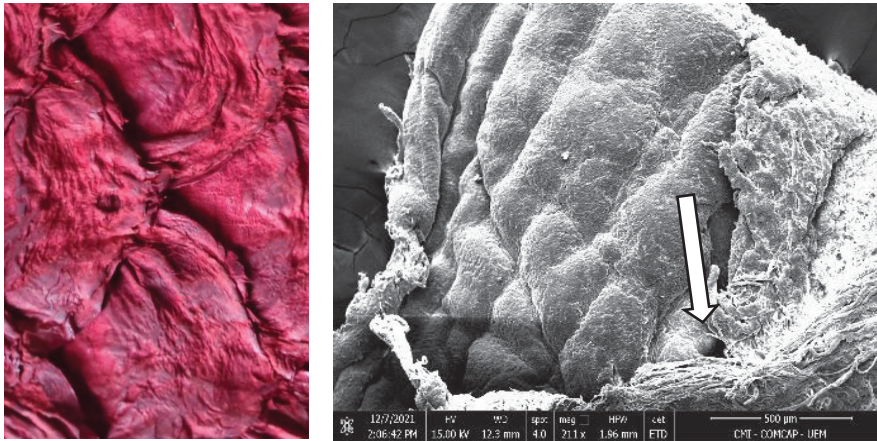


FONTE: Autor,2021

Observando-se a pele após o curtimento, nota-se uma variação também no número e no tamanho das lamélulas. Estas lamélulas são estruturas que embelezam o couro, sendo também uma característica da espécie, que não é possível ser imitada (Figura 4). O tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas diminuem de tamanho, aumentando em número à medida que se aproxima da região caudal. Os orifícios referentes a linha lateral do animal, continuam um a um sobre as lamélulas, que sobrepõe ao ponto de união de três lamélulas. Nota-se que o tamanho desses orifícios

também diminui, acompanhando a diminuição do tamanho das lamélulas (Figura 5).

Figura 5 – couro de pirarucu; a) desenho de flor mostrando o orifício da linha lateral, no ponto de inserção de três lamélulas; b) microscopia eletrônica de varredura mostrando a superfície do couro de pirarucu, com o orifício da linha lateral e exposição das fibras colágenas da lamélula (seta).



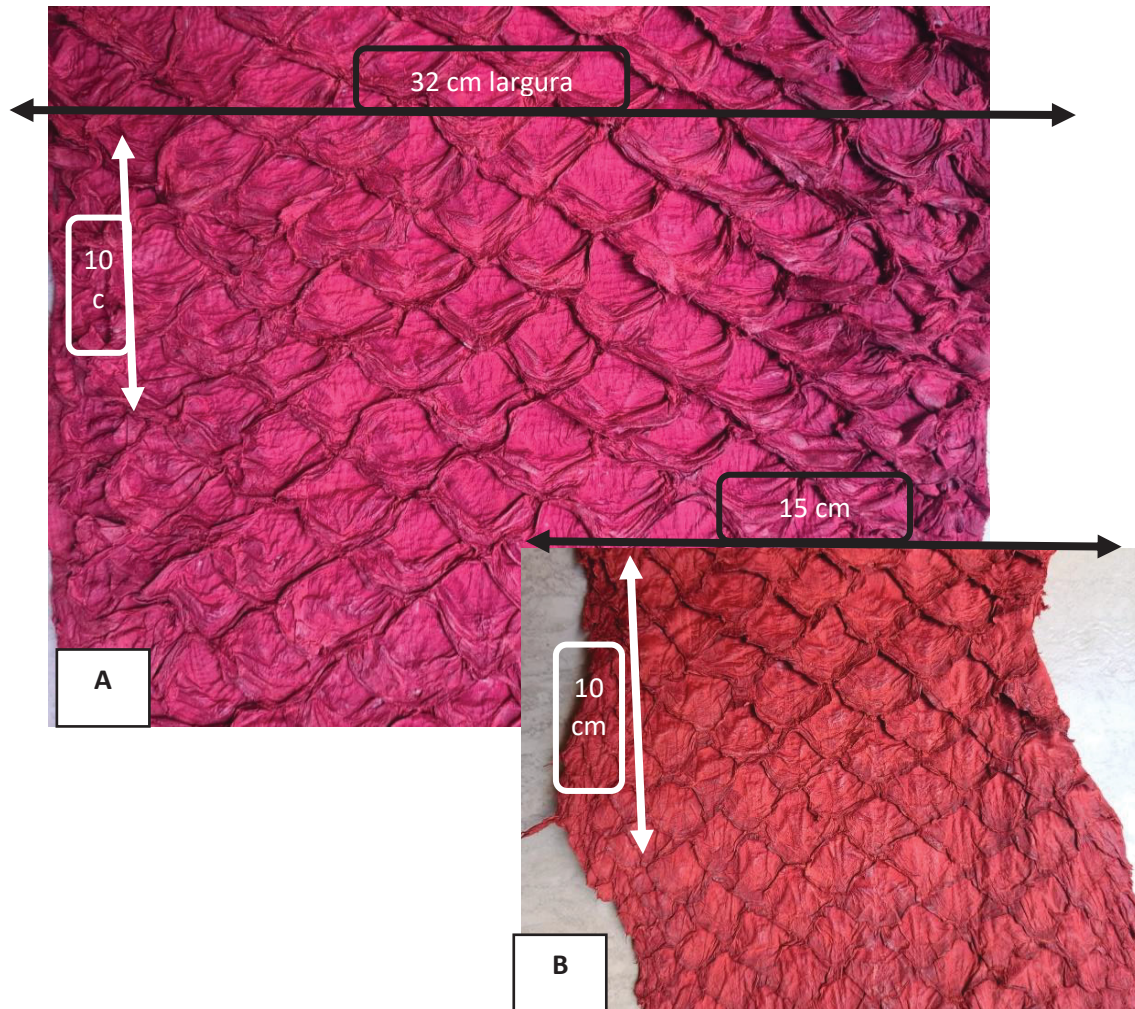
FONTE: Autor,2021.

Souza et al. (2003) compara o desenho da flor de couros proveniente de três espécies de peixes (piavuçu, piraputanga e pacu), em função ao tamanho do local onde as escamas estavam inseridas na pele e o comprimento dessas lamélulas. Os autores relataram que existem diferenças entre as espécies, e que a do piavuçu o couro apresenta um desenho mais definido e de difícil imitação, devido ao maior tamanho das lámelulas de proteção e inserção das escamas desse peixe, enquanto no couro da piraputanga e pacu esse desenho é muito discreto, apresentando pequenas e curtas lamélulas. Diferentemente do couro do pirarucu analisado neste trabalho.

Como o diferencial dessa pele de pirarucu em relação as demais peles de peixes é a presença das lamélulas de proteção e inserção das escamas, por serem maiores, tanto no comprimento quanto na sua abertura, sendo assim, optou-se por fazer uma avaliação mais detalhada desse couro. Para isso, foi determinado duas áreas, sendo uma anterior próximo a cabeça e outra na região caudal, para avaliar o número e tamanho dessas lamélulas, pois observa-se que existe diferença delas em relação a estas regiões. É visível que

na região próxima a cabeça elas são maiores, enquanto na caudal menores, como pode ser observado na Figura 6. Foi determinada uma medida de 10 cm em relação ao comprimento do couro e na largura da região da cabeça 32 cm e da caudal 15 cm para quantificação do número de lamélulas (Figura 6).

Figura 6 – tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas do couro de pirarucu. a) região da cabeça e b) região da caudal

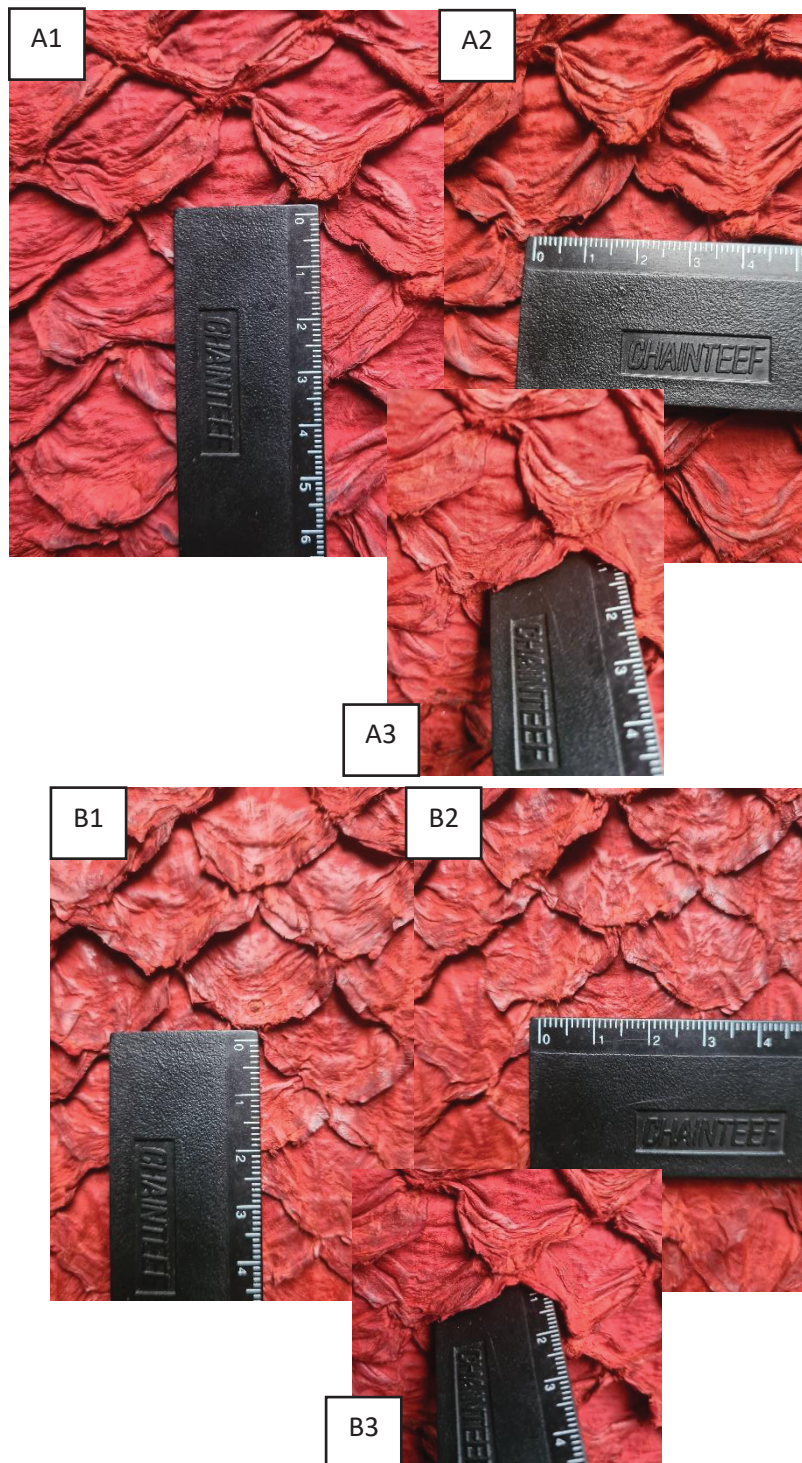


FONTE: Autor,2021

Na região da cabeça, foi quantificado 50 lamélulas, em 320 cm² (0,032m²), cujas lamélulas apresentam 4cm de largura, 3 cm de comprimento e 1,3cm de profundidade (Figura 7A), enquanto na região caudal, também 50 lamélulas, com padrão de 3cm de largura, 2 cm de comprimento e 0,7 cm de profundidade (Figura 7B), em 150 cm² (0,015m²), assim como pequeníssimas lamélulas (Figura 6B, seta) nas extremidades do couro (em relação a largura

do couro). As lamélulas dessa região apresentaram menor profundidade comparada a da região da cabeça. Na região da cabeça cada área de lamélula corresponde a $0,00064\text{m}^2$, enquanto da região caudal $0,0003\text{m}^2$.

Figura 7 – mostrando o tamanho das lamélulas de proteção e inserção das escamas, quanto ao comprimento (1), largura (2) e profundidade (3), nas regiões da cabeça (a) e caudal (b).



FONTE: Autor,2021

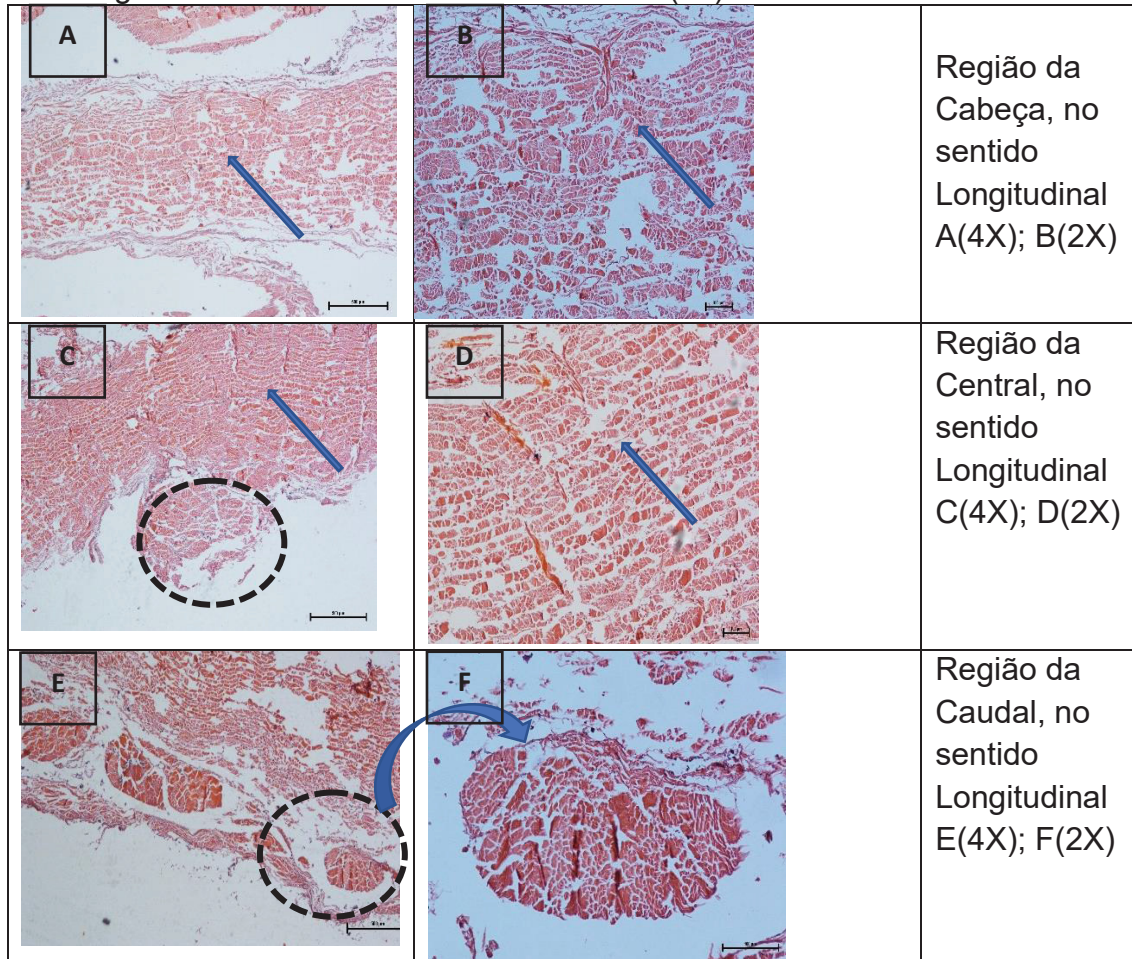
Essa descrição do desenho de flor do couro de pirarucu é interessante em função do grande valor econômico obtido após o seu curtimento. E o valor agregado fica em função do tamanho do couro, conseqüentemente das lamélulas de proteção e inserção das escamas, da técnica de curtimento e acabamento aplicado sobre o couro.

3.3 Histologia do couro de pirarucu

Na avaliação histológica do couro de pirarucu, em relação as três regiões, nota-se que a derme é composta de camadas sobrepostas de feixes de fibras colágenas acidófilas sobrepostas, paralelas e intercaladas, de forma organizada na estrutura da derme (Figura 4A). Também pode-se observar feixes de fibras colágenas transversais a superfície da derme, porém não atingem toda a espessura da derme. Observou-se também que na região da central e caudal do couro de pirarucu, as fibras colágenas da derme se apresentam em um arranjo paralelo mais compacto, estando as camadas de fibras colágenas acidófilas sobrepostas intercaladas mais próximas entre si.

Nas regiões central e caudal, quando analisado o corte longitudinal (que corresponde ao comprimento do peixe), observa-se blocos de feixes individualizados de fibras colágenas que estão organizados no sentido transversal a derme, correspondendo a largura do couro ou altura do peixe. Esta estrutura pode provavelmente melhorar e proporcionar melhor amarração na derme no sentido transversal ao corpo do animal (Figuras 7C, 7E e 7F). Podendo estar relacionada com a fisiologia da natação e principalmente para auxiliar no impulsionamento do peixe para subir para respirar. Souza et al. (2021) relatam que a distribuição das fibras colágenas na derme do peixe está relacionada com a sustentação e auxílio na realização do nado do peixe.

Figura 8: fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região da cabeça, central e caudal, no sentido longitudinal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta – feixes de fibras colágenas transversais a superfície da derme. blocos de feixes de fibras colágenas dispostos transversalmente ao sentido da largura do couro (círculo pontilhado). cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (he).



FONTE: Autor,2021

Analisando a histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), Souza et al. (2003) relataram que derme na região dorsal e na linha lateral da pele apresenta feixes de fibras colágenas em camadas sobrepostas. Mas estas camadas estão dispostas em sentidos contrários, onde uma camada de fibras colágenas encontra-se no sentido longitudinal ao comprimento e as camadas sobre esta, superior e inferior, se encontram no sentido longitudinal a largura da pele, correspondendo à altura do corpo do peixe.

Da mesma forma, Corrêa et al. (2021) avaliando couros de três espécies de peixes (corvina, pescada amarela e tilápia do Nilo), mencionam que a derme de tilápia apresenta camadas sobrepostas organizadas, sendo camadas de

fibras mais finas próximas à superfície (epiderme) e se espessando à medida em que se aproximavam da próxima camada hipodérmica. Corrêa et al. (2021) mencionam que a derme da tilápia apresentava um menor entrelaçamento entre as camadas de fibras longitudinais e transversais quando comparadas com as dos couros de corvina e pescada. Segundo os autores, a derme da corvina, apresentava fibras colágenas espessas desorganizadas e interrompidas em alguns pontos no sentido longitudinal, com fibras colágenas espessas transversais curtas. No sentido transversal do couro, apresentava fibras espessas que cortavam as fibras longitudinais. Para o couro de pescada amarela, observou-se no sentido longitudinal fibras colágenas espessas desorganizadas, septadas nos dois sentidos, o que caracteriza uma amarração entre as fibras proporcionando maior resistência ao couro (CORRÊA et al., 2021).

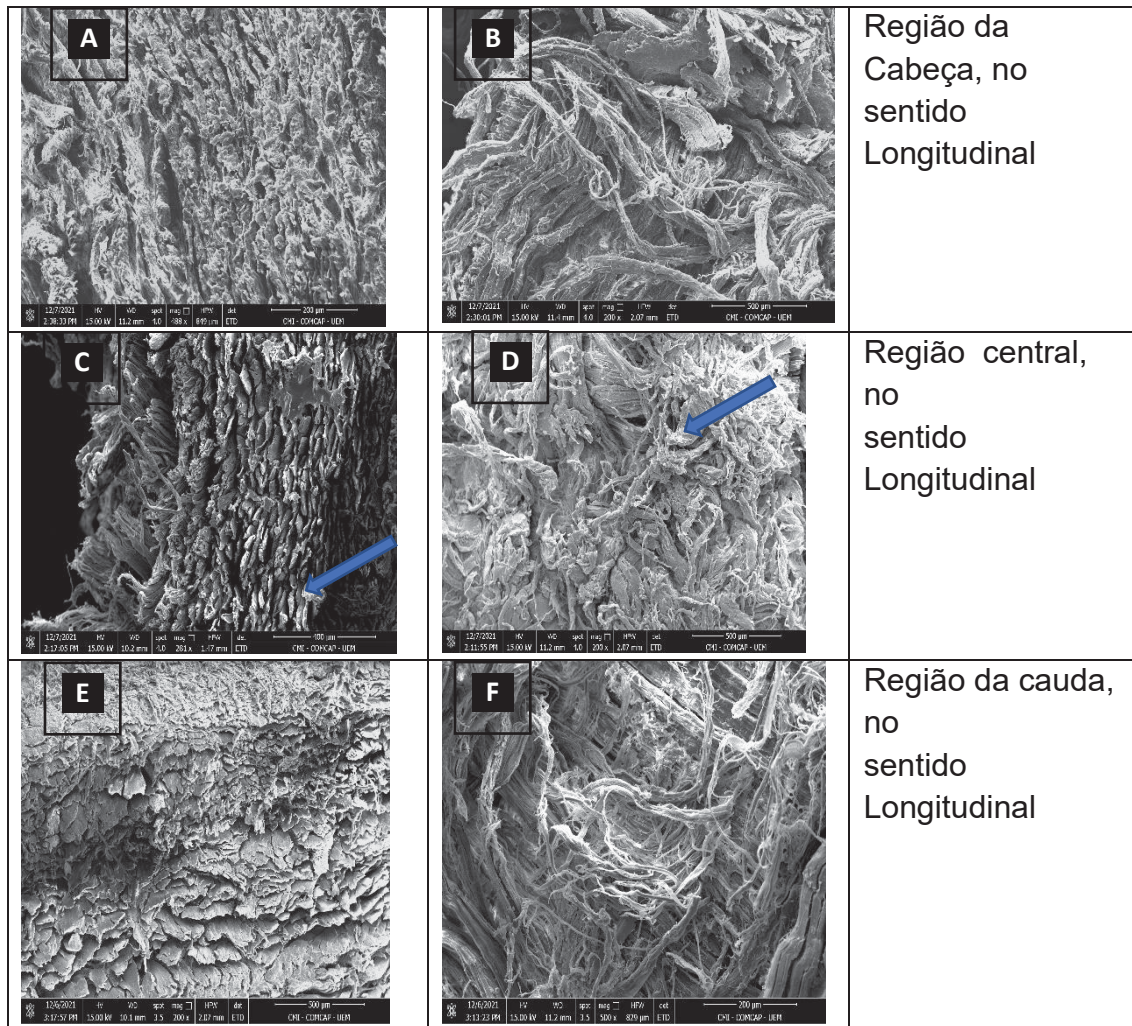
Junqueira et al. (1983) afirmam que o arranjo estrutural das fibras colágenas da derme compacta, bem como a espessura desse estrato, permite que a pele possua grande resistência às diferentes forças de tração. Isto pode ser justificado com os resultados obtidos na Tabela 2.

3.4 - Microscopia eletrônica de varredura

Pode-se observar através da microscopia eletrônica de varredura a superfície do couro de pirarucu, com presença de orifícios sobre o ponto de encontro das lamélulas (Figura 5B).

Na Figura 9, mostra os cortes longitudinais das regiões da cabeça, central e caudal do couro de pirarucu. Observa-se camadas sobrepostas de feixes de fibras colágenas, paralelas a superfície. Nas Figuras 9B, 9D e 9F, observa-se o entrelaçamento das fibras colágenas no lado carnal do couro. São fibras colágenas espessas e finas que se entrelaçam para amarrar a estrutura dérmica. Estas fibras grossas cortadas longitudinalmente (Figura 9E), refere-se a altura do peixe ou largura do couro.

Figura 9: microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, nas regiões da cabeça, central e caudal, obtido no sentido longitudinal em relação ao eixo anteroposterior do animal.



FONTE: Autor,2021

3.5 - Qualidade de resistência os couros curtidos com tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto) comparados aos com sais de cromo

Após a obtenção dos dados dos couros curtidos pelas duas técnicas de curtimento (sais de cromo e tanino vegetal), pode-se observar que a técnica de curtimento (ou agente curtente utilizado no processo) influenciou apenas na elasticidade (alongamento) do couro (Tabela 3), mas quando analisado a região do couro de pirarucu, independentemente do agente curtente utilizado, a região influenciou na força máxima aplicada na ruptura do couro e resistência a tração (Tabela 2).

Tabela 2- teste de tração, alongamento, rasgamento progressivo de couros de pirarucu curtidos com acácia +eucalipto

Couros de pirarucu	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)	Força Máxima (N)	Rasgo (N/mm)	
Cromo	Cabeça	3,91±0,30	224,24±48,05	57,93±16,77	38,77±9,39	179,96±13,18	46,61±7,21
	Central	3,29±0,41	252,53±38,55	78,09±21,45	43,92±2,90	237,82±74,20	53,05±12,62
	Caudal	3,08±0,02	260,37±19,69	84,51±5,61	33,63±0,86	184,86±20,11	54,49±20,01
Eucalipto Acácia	Cabeça	4,15±0,48	190,68±16,19	48,39±4,15	29,17±1,17	179,47±44,37	46,96±2,01
	Central	3,96±0,82	310,11±32,20	87,04±2,53	28,88±1,01	222,13±6,23	60,62±3,25
	Caudal	3,80±0,24	275,66±14,45	71,00±0,14	26,51±2,17	167,20±20,62	51,24±1,23
Efeitos Principais							
Região							
Cabeça	4,03±0,35	207,46±35,10 ^a	53,16±11,41 ^b	33,97±7,78	79,72±26,79	46,78±4,32	
Central	3,62±0,66	281,32±44,11 ^a	82,56±13,50 ^a	36,40±8,86	229,98±43,93	56,83±8,70	
Caudal	3,44±0,44	268,02±16,63 ^{ab}	77,75±8,44 ^{ab}	30,70±4,32	176,3±176,33	52,870±11,73	
Técnica							
Cromo	3,42±0,45	245,71±33,55	73,51±17,56	38,77±6,37 ^a	200,88±45,17	51,38±11,68	
Eucalipto+Acácia	3,97±0,47	258,82±57,65	68,81±17,51	28,18±6,50 ^b	189,60±39,73	52,94±6,50	
Probabilidade							
Região (R)	0,2486	0,0311	0,0234	0,1770	0,2102	0,4286	
Técnica (T)	0,0829	0,4890	0,5068	0,0046	0,6593	0,8010	
Interação R x T	0,7228	0,1928	0,3975	0,4403	0,9519	0,7585	
C.V. ² (%)	12,30	12,20	16,20	12,46	21,58	19,61	

¹ Médias e desvio padrão seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² C.V.= Coeficiente de Variação.

Portanto, analisando o efeito do agente curtente aplicado no processo de curtimento, os couros curtidos com sais de cromo apresentaram significativamente mais elasticidade (38,77%) em relação aos curtidos com tanino vegetal (acácia + extrato de eucalipto) que foi de 28,18%. No entanto, se comparar estes resultados independente do agente curtente utilizado, o que se observa na literatura para o alongamento são valores muito superiores ao obtidos neste trabalho. Corrêa et al (2019) relataram que os couros de pirarucu de peso corporal de 12,61kg, quando curtidos com tanino vegetal, apresentaram uma espessura variando de 1,76 a 2,83 mm e 65,26% de alongamento, que corresponde a elasticidade do couro. Considerando estes resultados e confrontando com os obtidos neste experimento, nota-se que os peixes são muito maiores, e conseqüentemente a espessura do couro (3,42 a 4,03mm), também foram muito superiores aos relatados por Corrêa et al (2019). Isto pode ter interferido muito na elasticidade, além de outro fator importante a se analisar é a quantidade de óleo presentes nesses couros. Na Tabela 3 pode se observar que os couros de pirarucu apresentaram um maior teor de Substâncias extraíveis em Diclorometano (24,8%), ou seja, a quantidade de óleos presentes no couro após curtimento, proporcionando uma maior elasticidade, por facilidade das fibras colágenas se deslizarem umas sobre as outras, em relação aos couros curtidos com tanino vegetal que o teor foi de 11,6%.

As regiões do couro influenciaram na resistência a tração e na força aplicada para realização deste teste, sendo a região central significativamente mais resistente (82,56 N/mm²) e a da cabeça menos (53,16 N/mm²). Para a força de ruptura, a região central necessitou de mais força em Newton (281,32N) para romper o couro, enquanto a região cabeça que apresentou menor resistência, necessitou também significativamente menor quantidade de força (207,46N). Os couros de pirarucu deste experimento apresentaram resistência que variou de 48,39 N/mm² a 87,04 N/mm², independentemente de região ou agente curtente utilizado, porém os resultados foram muito superiores aos obtidos por Corrêa et al (2019) que foi de 10,43 N/mm², para couros de peixes bem menores aos utilizados neste experimento. O agente curtente não interferiu na resistência a tração dos couros, mostrando que pode

ser utilizado qualquer dos curtentes. Mas, pelo apelo ecológico que vem sendo realizado, o interessante é curtir com o tanino vegetal.

Souza et al. (2003) avaliaram couros de pacu de 1958g, cuja espessura do couro foi de 0,83mm e obtiveram uma resistência a tração diferente em relação aos sentidos do couro, sendo significativamente menor para o longitudinal (5,93 N/mm²) e maior para o transversal (13,81 N/mm²). O mesmo comportamento ocorreu para a elasticidade do couro de pacu, cujos valores foram significativamente menores no sentido longitudinal (52,20%) e maior no transversal (76,98%). Se comparado estes resultados obtidos por Souza et al. (2003) em couro de pacu com os deste experimento do pirarucu, este apresentou maior resistência em relação ao couro de pacu, porém menor elasticidade. Podendo considerar que essa diferença ocorrida se deve a estrutura histologia, porte de animal e espessura do couro, sendo influenciado pelas camadas de fibras colágenas que reagem com o agente curtente.

Quanto ao rasgamento progressivo e força aplicada neste teste não houve diferença significativa quanto ao agente curtente e região do couro (Tabela 4). Os couros apresentaram uma resistência média ao rasgo de 52,16 N/mm e 195,24N de força para execução do teste. Corrêa et al (2019) analisando a resistência ao rasgamento progressivo para a mesma espécie animal, relataram que o valor foi de 46,83N/mm, valor inferior ao obtido neste experimento.

A espessura do couro do peixe curtido, pode apresentar grande variação, em função da espessura da pele do animal (espessura inicial), quanto ao tipo de agente curtente utilizado, a região corporal do próprio peixe entre outros. No entanto analisando a espessura dos couros de pirarucu neste experimento, houve uma variação de 3,08 a 4,15mm, porém essa variação não teve influência dos agentes curtente e da região do couro. Tudo indica que peixe grandes como estes de 35kg já apresentem uma pele totalmente formada, conseqüentemente com espessura mais homogênea, enquanto de animais em crescimento essa variação pode ocorrer. Isto, porque Fujikura et al. (1988), relataram que a espessura da derme é determinada, principalmente, pela proporção de fibras colágenas e a sobreposição de camadas dessas fibras

colágenas, podendo ser desigual nas diferentes regiões da pele (SOUZA et al. 2021).

3.6 Testes físico-químicos do couro

Analisando os couros dos dois tratamentos, observa-se que o com sais de cromo apresentou 6,78% de óxido de cromo, em função do percentual adicionado ao processo de curtimento. Isto mostra que esse percentual de óxido de cromo ficou fixado às fibras colágenas do couro. De acordo com Hoinacki (1989), o valor mínimo de óxido de cromo no couro semi-acabado deve ser de 3,0%. Nessa análise quantitativa realizada indicou que os couros apresentaram capacidade de suportar elevadas temperaturas, sem que ocorra a retração das fibras colágenas.

Tabela 3 - análise físico-química de couros de pirarucu curtidos com sais de cromo e tanino vegetal.

Couro	Agente curtente	Teores (%)		pH
		Óxido de cromo	S.E.D. ¹	
Pirarucu	Sais de cromo	6,76	24,80	4,65
	Tanino vegetal (acácia+extrato de eucalipto)	NE	11,60	4,85

¹S.E.D. = Substâncias extraíveis em Diclorometano. ²NE = Não encontrado

As substâncias solúveis em diclorometano são todas as substâncias que são extraíveis pelo solvente no couro analisado. Essa análise indica o conteúdo de óleos e graxas no couro. Segundo BASF (2005) as substâncias extraíveis em diclorometano devem estar no máximo entre 16% a 18% para o couro poder ser utilizado em vestuário. Os valores de substâncias extraíveis observados nos couros foram de 24,8% e 11,6%, respectivamente para sais de cromo e tanino vegetal. Os teores ficaram fora do permitido e para conseguir um melhor resultado deveria ter reduzido o pH dos dois processos, que apresentaram elevados valores 4,65 e 4,85, respectivamente. O pH indicado ideal para o termino do processo de curtimento é 3,5 (BASF, 2005).

De uma maneira geral, as características físico-mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por proporcionar uma maior resistência ao

rasgamento, e o couro torna-se mais macio e elástico devido à presença dos óleos que envolvem as fibras colágenas, pois os óleos funcionam como um lubrificante e evitam a aglutinação das mesmas durante a secagem (GUTTERRES, 2001). Portanto, a quantidade de graxa aplicada durante o processamento, pode realmente interferir na resistência do couro, principalmente no valor da tração e alongamento do couro.

Quando avaliado os parâmetros físicos químicos do couro curtidos pelas duas técnicas, nota-se, portanto na Tabela 4 que o pH ficou menor para o couro ao cromo em relação ao com tanino vegetal. Isso é um fator importante no termino do processamento, pois esse pH é que define a fixação de óleos, corantes e o próprio agente curtente a base de tanino.

4 CONCLUSÃO

O couro de pirarucu apresenta um desenho de flor que caracteriza a espécie, em função do tamanho e distribuição das escamas inseridas nas lamélulas de proteção e inserção das escamas. Os couros apresentam uma derme compostas por camadas sobrepostas de fibras colágenas no sentido paralelo e algumas fibras perpendiculares a superfície. Observou-se que as camadas se entrelaçam para obter uma melhor amarração das fibras, proporcionando maior resistência ao couro.

A técnica de curtimento (tanino vegetal e sais de cromo) interfere na resistência dos couros de pirarucu, de modo que a técnica empregando sais de cromo proporciona maior elasticidade (alongamento) ao couro. A região do couro influenciou na força e na resistência a tração, sendo maior na região central e menor na região da cabeça, sendo justificado pelos resultados observados na arquitetura histológica do couro.

5 REFÊNCIAS

- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2006 NBR 11057: Couro - determinação do pH e da cifra diferencial. Rio de Janeiro. p. 1-3.
- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2014 NBR ISO 3376: Couro - determinação da resistência a tração e ao alongamento. Rio de Janeiro. p. 1-5.
- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2015 NBR ISO 2418: Couro - Ensaio químicos, físicos e mecânicos e de solidez - Local da amostragem. Rio de Janeiro. p.1-7.
- ABNT. (2014). NBR ISO 3376: couro -Ensaio físicos e mecânicos - determinação da força de rasgamento progressivo. Parte 1: rasgamento de extremidade simples.
- ABNT-Associação brasileira de normas técnicas. 2014 NBR 11055: couro determinação da força de rasgamento progressivo. Rio de Janeiro
- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2006 NBR 11057: Couro - determinação do pH e da cifra diferencial. Rio de Janeiro. p. 1-3.
- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2014 NBR ISO 3376: Couro - determinação da resistência a tração e ao alongamento. Rio de Janeiro. p. 1-5.
- ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. 2015 NBR ISO 2418: Couro - Ensaio químicos, físicos e mecânicos e de solidez - Local da amostragem. Rio de Janeiro. p.1-7.
- ABNT. (2014). NBR ISO 3376: couro -Ensaio físicos e mecânicos - determinação da força de rasgamento progressivo. Parte 1: rasgamento de extremidade simples.
- ABNT-Associação brasileira de normas técnicas. 2014 NBR 11055: couro determinação da força de rasgamento progressivo. Rio de Janeiro
- ADEODATO, S. 1995 Peles exóticas e ecológicas. Globo Ciência, v. 51, p. 56-60.
- BASF. 2005 Vademécum do curtidor. Ludwighafen. 455p
- CORRÊA, Stefane Santos et al. Avaliação mecânica, morfológica e físico-química, de couros de corvina, pescada amarela e tilápia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e163101522629-e163101522629, 2021.
- FUJIKURA, Keiko et al. Morphology and distribution of the skin glands in *Xenopus laevis* and their response to experimental stimulations. **Zoological science**, v. 5, n. 2, p. p415-430, 1988.
- GUTTERRES, M. Distribuição, deposição e interação química de substâncias de engraxe no couro. In: **Congresso da federação latino-americana das associações dos químicos e técnicos da indústria do couro**. 2001. p. 108-119.

HOINACKI, Eugênio; GUTHEIL, Nelson Carlos. Peles e couros. SENAI, 2ª edição, Porto Alegre, 1989.

MALUF, Marcia Luzia Ferrarezi; HILBIG, Cleonice Cristina. Curtimento ecológico de peles de animais para agregação de valor através da confecção de artesanato. **Varia Scientia**, v. 9, n. 15, p. 75-79, 2010.

SAS -Statistical Analysis System. User's guide: basic and statistic. Cary: SAS. 2010

Souza, M.L. Tecnologia para processamento de pele de peixes. **Maringá: Eduem**, 2004. 59p.

SOUZA, Maria Luiza 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, Maria Luiza Rodrigues 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, Juliana Maria Aderaldo et al. 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.

Artigo 2- QUALIDADE DE RESISTÊNCIA E MORFOLOGIA DO COURO DE PIRARUCU CURTIDO COM ACÁCIA (*Acácia mearnsii*) E EXTRATO DE EUCALIPTO (*Corymbia torelliana*)

O objetivo deste trabalho foi analisar a morfologia e a qualidade de resistência em regiões e sentidos do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*). Curtidos com acácia e extrato de eucalipto. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo três regiões (cabeça, centro e caudal) e dois sentidos (longitudinal e transversal) do couro. Após o curtimento das peles de pirarucu, foram retirados os corpos de provas dos couros para realizar os testes de resistência. A espessura variou de 3,47mm no sentido transversal na região da cauda a 4,30mm na região central e caudal. Essa variação deve-se principalmente pelo ponto onde foi obtida a medição, sendo muitas vezes sobre a sobreposição de lamélulas. Os couros não apresentaram diferença significativa para alongamento, força máxima aplicada na determinação do rasgamento progressivo e o rasgo, cujas médias foram 28,68%, 188,78N, respectivamente. Analisando a morfologia do couro, observou-se que, na região da central do couro de pirarucu, as fibras colágenas da derme apresentam um arranjo paralelo mais compacto em relação a região da cabeça, estando mais próximas entre si, em camadas sobrepostas intercaladas. Portanto, pode-se concluir que couros mais espessos interferem na qualidade de resistência, apresentando maior resistência a tração e rasgamento progressivo, porém menor elasticidade. A qualidade de resistência pode ser melhor compreendida, em função da distribuição e orientação das fibras colágenas ou da arquitetura histológica, das diferentes regiões e sentidos dos couros

PALAVRAS- CHAVES: Fibras Colágenas. Microscopia Eletrônica de Varredura. Morfologia. Histologia.

3.1 MATERIAIS E METODOS

O processo de curtimento das peles foi realizado no laboratório do Centro Integrado de Formação Profissional em Pesca e Aquicultura, pertencente ao estado do Amapá. As peles foram doadas por uma piscicultura na região da cidade de Macapá-MA, foram utilizadas 10 peles de pirarucu (*Arapaima gigas*) (Figura 1). As peles foram embaladas em sacos plásticos e congeladas a -18 °C até o momento de realização do processo de curtimento.

As peles foram descongeladas em temperatura ambiente submetidas ao processo de curtimento com tanino vegetal comercial (*Acácia*, *Acácia mearnsii*) e extrato de eucalipto (*Corymbia torelliana*), obtido segundo metodologia Vidal-Campello et al. (2021), com modificações.

Figura 1 – peles de pirarucu (*arapaima gigas*) utilizadas para o curtimento com tanino vegetal.



FONTE: Autor,2021

Para o processo de curtimento as peles foram curtidas no mesmo fulão (equipamento de curtimento) para avaliar suas características físico-química e mecânica, para que todas recebessem a mesmas condições de processamento (ação mecânica, tempo e produtos químicos, entre outros parâmetros).

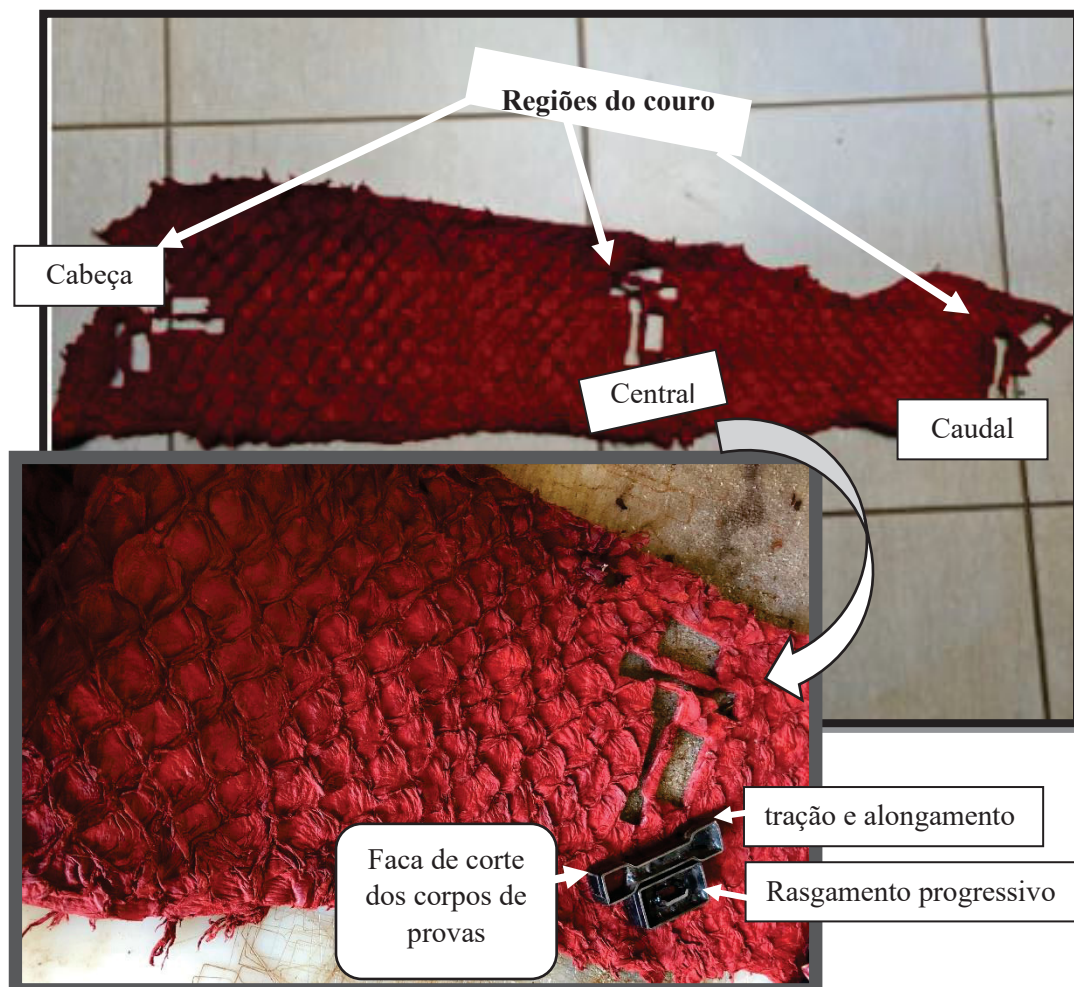
3.1 Processo de curtimento das peles do pirarucu

A metodologia utilizada no processo de curtimento dessas peles foi de acordo com Maluf (2010) com adaptações. Antes do processamento as peles foram lavadas com água corrente para a retiradas das impurezas (HOINACKI 1989, SOUZA, 2004a) e pesadas para cálculo dos percentuais de produtos químicos a ser utilizado. O processo de curtimento das peles foi realizado de acordo com a tabela 1 do artigo 1.

As peles passaram pela etapa de caleiro (2% de carbonato de sódio e 3% óxido de cálcio) por 24 horas. Depois foram lavadas, desengaxadas para correção do pH, de forma que a enzima proteolítica, aplicada na etapa de purga pudesse agir, digerindo proteínas indesejáveis presentes na pele. Foram desengraxadas e acidificadas (piquel com uso de ácido fórmico), para atingirem o pH 4,0. Depois de 12 horas foi adicionado os taninos nas proporções (5% acácia e 5 % eucalipto). Depois de curtidas foram deixadas em repouso por 12h para ocorrer a reticulação do tanino com as fibras colágenas e depois foram neutralizadas, recurtidas (10% de Cr) e engraxadas (5% de óleo sulfatado. 5% de óleo sulfitado

Todos os couros foram submetidos a secagem, sendo mantidos esticados, para manter a superfície lisa e facilitar a retirada dos corpos de prova dos couros. Após todo o procedimento de curtimento foram retirados os corpos de provas para análise de resistência (Figura 2).

Figura 2 - Local da retirada dos corpos de prova do couro de pirarucu, nas regiões próximo da cabeça, central e caudal, nos sentidos longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do peixe para análise de tração e alongamento e rasgamento progressivo.



FONTE: Autor,2021

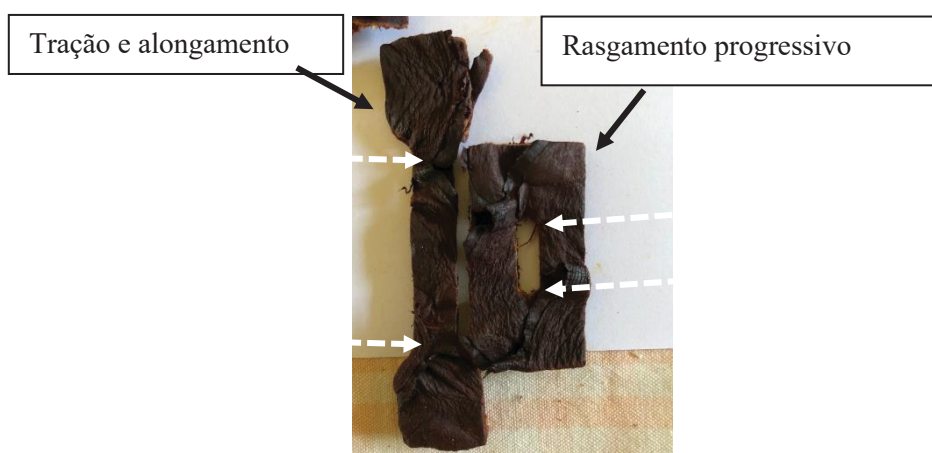
3.2 Testes de resistência dos couros

Após o curtimento os couros foram enviados ao Laboratório de Tecnologia de Peles e Couros, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), que pertence à Universidade Estadual de Maringá (UEM). Foram retirados 10 corpos de prova por região (cabeça, central e cauda) e sentido do couro (longitudinal e transversal) (Figura 2), com auxílio de um

balancim e encaminhados ao laboratório climatizado (23°C e 50% de umidade relativa do ar) por 24 horas (ABNT, NBR ISO 10455, 2021)

Para avaliar a resistência dos couros foi necessário medida da espessura em dois pontos determinados de cada corpo de prova, conforme normas da ABNT – NBR 11055, (2014) para análise para a determinação da resistência à tração e percentual de extração (alongamento) (ABNT – NBR ISO 3376, 2014) e ao rasgamento progressivo (ABNT – NBR 11055, 2014) (Figura 3).

Figura 3 – Corpos de prova para obtenção dos pontos de medidas da espessura para realizar as análises de determinação da tração e alongamento e rasgamento progressivo dos couros.



FONTE: Autor,2021

Para os testes de resistência, foi utilizado dinamômetro EmicDcame, com velocidade de afastamento entre cargas de 100 ± 20 mm/min, utilizando uma célula de carga de 200 kgf, realizado pela empresa Apucarana Leather S.A., localizada em Apucarana-PR.

3.3 Análises histológicas dos couros

Foram retiradas 3 amostras dos couros curtidos com acácia (*Acácia mearnsii*) e eucalipto (*Corymbia torelliana*), nas regiões da cabeça, central e caudal nos sentidos transversal e longitudinal.

A análise histológica foi realizada no laboratório de Pesquisa em Histopatologia – UEM. As amostras de couro foram retiradas do material para processamento, em seguida foram desidratadas em soluções crescentes de álcool (70% a 100%), diafanizadas em xilol por uma hora e embebidas em

parafina durante duas horas. Cortes histológicos transversais, com 3 µm de espessura, foram obtidos em micrótomo automático (Leica RM 2145) e submetidos à coloração hematoxilina e eosina (HE). As imagens dos cortes histológicos foram capturadas com microscópio óptico (Olympus BX 50), acoplado à câmera de alta resolução (Olympus PMC 35 B), utilizando a objetiva de 20X em campos aleatórios da lâmina histológica.

3.4 Análises de microscopia eletrônica de varredura

Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram coletadas 3 amostras de couro nas regiões da cabeça, centro e caudal do corpo do pirarucu, nos sentidos longitudinal e transversal, para análise da orientação e disposição das fibras colágenas da derme. Posteriormente foram colocadas na estufa por 48 horas à 50°C para retirar o excesso de umidade. Em seguida os cortes foram fixadas com fita adesiva sobre os stabs para análise no microscópio eletrônico de varredura SHIMADZU-SS550, disponibilizados pelo Complexo de Apoio à Pesquisa (COMCAP-UEM).

3.5 Análise Estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo três regiões (cabeça, centro e caudal) e dois sentidos (longitudinal e transversal) do couro.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade. Foi utilizado o Software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA). (versão 9.2) (SAS, 2010). Foram realizada análise estatística apenas para a qualidade de resistência dos couros (n=10), sendo o couro a unidade experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Desenho de flor do couro de pirarucu

O diferencial dessa espécie de peixe, quanto ao couro é a presença das lamélulas de proteção e inserção das escamas que são as maiores entre as

espécies de peixes de escama, apresentando um mosaico inimitável com largura e profundidade superior a qualquer espécie de peixe, após o curtimento (Figura 4). Com isso o preço de comercialização das peles é diferenciado, sendo muito superior aos couros de peixe das demais espécies. De acordo com Souza et al. (2019a) a pele in natura salgada ou congelada está sendo comercializada de 50 a 200 reais a unidade, enquanto o couro de 380 a 850 reais, após o curtimento. Essa variação de preço segundo os autores deve-se a variação do tamanho do couro e acabamento do couro. Todavia, a variação é muito grande em relação às diferentes empresas que trabalham com este tipo de matéria prima, principalmente após a confecção de um produto, como por exemplo a bolsa, onde o preço pode variar muito mais, em função da marca (várias no Mercado Livre, tais como Spezia Helena, Laura Rosé, Oskelen, Hermes Yse Channel Gucci, St. Louise Shoes), tamanho da bolsa, cor e acabamento do couro, bem como a parte de metais utilizados para incrementar a bolsa. Estes preços podem variar de 597,00 reais a 5.000 reais ou mais.

Figura 4 – mostrando o desenho de flor do couro de pirarucu, apresentando as lamélulas de proteção e inserção das escamas. mostra sempre quatro lamélulas se unindo num ponto em comum (seta) para formação do mosaico.



FONTE: Autor,2021

Portanto, torna-se interessante observar características dessa superfície de couro tão apreciada pela indústria de confecção, principalmente para bolsas, através da avaliação dessas lamélulas, da morfologia e resistência desses couros tão valiosos. Essa pele de pirarucu ao se transformar em couro se torna um produto nobre de alta qualidade e de alto valor de mercado, que segundo Souza et al. (2019b), sendo mais caro que o próprio filé.

De acordo Souza et al. (2019b) o pirarucu com 12,61 kg e 1,2 m de comprimento total apresentou um percentual de pele com escamas de 16,81% em relação ao peso corporal total, enquanto neste trabalho o percentual foi de 24,29%, para peixes com peso corporal de 35Kg. Já para outras espécies esse percentual é inferior, como por exemplo para a tilápia do Nilo de 4,5 a 10% do peso total, em função de tamanho, método de filetagem, destreza do filetador, entre outros fatores (SOUZA, 2004b).

4.2 Qualidade de resistência dos couros curtidos com tanino vegetal e extrato de eucalipto

Após o curtimento das peles de pirarucu, foram retirados os corpos de provas para realizar os testes de resistência. De cada corpo de prova foram obtidas duas medidas de espessura e a média foi utilizada para avaliar a resistência dos couros. Foram avaliadas três regiões (cabeça, central e caudal) no couro em dois sentidos (longitudinal e transversal). Os resultados do teste de resistência dos couros, encontra-se na tabela 1.

TABELA 1-TESTE DE TRAÇÃO, ALONGAMENTO, RASGAMENTO PROGRESSIVO DE COURO DE PIRARUCU CURTIDOS ACÁCI

	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)	Força Máxima (N)	Rasgo (N/mm)	
Cabeça	Longitudinal	3,90±0,28	118,40±2,40 ^a	26,65±6,90 ^c	31,78±0,96	191,72±113,03	56,70±14,20
	Transversal	3,77±0,45	259,38±9,02 ^b	69,91±7,19 ^b	27,63±0,96	142,69±9,01	50,65±2,51
Central	Longitudinal	4,15±1,48	303,03±12,48 ^a	92,59±8,49 ^a	28,04±6,13	285,38±41,60	64,85±13,03
	Transversal	4,30±0,42	332,11±17,13 ^a	84,19±2,64 ^{ab}	29,91±8,25	237,33±47,14	66,60±6,54
Caudal	Longitudinal	4,30±0,07	253,63±4,68 ^b	74,14±21,31 ^b	23,79±4,78	124,06±33,98	37,03±0,02
	Transversal	3,47±0,31	296,58±0,58 ^{ab}	67,78±17,34 ^{bc}	30,84±6,56	151,52±43,68	37,62±12,09
Efeitos Principais							
Região							
Cabeça	3,83±0,31	188,893±81,57	48,28±25,62	29,71±2,52	167,21±71,32	53,67±29,71	
Central	4,22±0,89	317,57±20,77	88,39±4,22	28,98±6,03	261,36±45,69	65,73±28,98	
Caudal	3,88±0,51	275,10±24,94	70,96±3,88	27,31±6,21	137,79±35,67	37,30±6,99	
Técnica							
Longitudinal	4,11±0,70	225,02±85,70	64,46±32,25 ^a	27,87±5,00	200,39±91,55	52,86±15,42	
Transversal	3,85±0,48	296,02±33,66	73,96±11,64 ^a	29,46±4,96	177,18±55,03	51,62±14,40	
Probabilidade							
Região (R)	0,6972	<0,0001	<0,0112	0,8179	0,0521	<0,0173	
Sentido (S)	0,5229	<0,0001	0,2354	0,6266	0,5111	0,8327	
Interação R x S	0,6061	<0,0003	0,0440	0,3955	0,5878	0,336	
C.V. ² (%)	17,09	3,70	18,02	18,75	30,48	18,60	

1

Médias e desvio padrão seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² C.V.= Coeficiente de Variação

A espessura variou de 3,47mm no sentido transversal na região da cauda a 4,30mm na região central (no sentido transversal) e caudal (no sentido longitudinal). Essa variação deve-se principalmente pelo ponto onde foi obtida a medição, sendo muitas vezes sobre a sobreposição de lamélulas.

A espessura da pele dos peixes pode apresentar uma grande variação, podendo ser em função das diferentes espécies, região corporal do próprio peixe, assim como, em relação também, do habitat do animal. Uzeika (1999), afirma que peixes menores, as suas peles devem apresentar uma espessura mais homogênea, enquanto de animais maiores, ao longo de seu crescimento, vai ocorrendo uma superposição de camadas de fibras colágenas, podendo ser desigual nas diferentes regiões da pele. De acordo com Fujikura et al. (1988), a espessura da derme é determinada, principalmente, pela proporção de fibras colágenas. Dessa forma, seria uma explicação o fato de a espessura ser variável, nos diferentes sentidos de corte do couro, como relatado por Souza et al. (2006). Neste trabalho apesar de se observar a variação da espessura nas regiões analisadas, esses valores não foram significativamente diferentes (Tabela 2).

Através dos corpos de prova retirados dos couros de pirarucu nas três regiões e dois sentidos, pode-se analisar a qualidade do couro curtido com tanino vegetal e extrato de eucalipto. Os couros não apresentaram diferença significativa para alongamento, força máxima aplicada na determinação do rasgamento progressivo e o rasgo, cujas médias foram 28,68%, 188,78N, respectivamente. Já para a força máxima aplicada na ruptura do couro e a tração houve interação para regiões e sentidos analisados. Fazendo o desdobramento destes efeitos, observa-se na Tabela 1 que o couro na região central apresentou significativamente maior resistência a tração (88,39 N/mm²), independente do sentido (longitudinal = 92,59 N/mm² e transversal=84,19N/mm²). Já a região da cabeça no sentido longitudinal a menor resistência (26,65 N/mm²), enquanto a caudal apresentou resistência intermediária (70,96 N/mm²). Quando analisado o sentido separadamente, não foi observado diferença estatística para a resistência à tração, sendo na longitudinal=64,46 N/mm² e na transversal= 73,96 N/mm² (Tabela 2). Para

realizar este teste de tração foi necessário aplicar uma força máxima de ruptura que variou de 118,40N a 332,11N. A força aplicada na tração foi significativamente maior na região central (317,56N) e menor na região da cabeça (188,89N) no sentido logitudinal.

Souza et al. (2019b) avaliaram couros de pirarucu de peso corporal em torno de 12,61 kg e 1,2 m de comprimento total. Os couros após o curtimento com sais de cromo e tanino vegetal apresentam uma espessura variando de 1,76 a 2,83mm, enquanto os peixes deste experimento apresentaram um peso médio de 34Kg e 1,28cm de comprimento total, com uma espessura do couro de 3,47mm a 4,30mm. Pode-se observar que a espessura da pele aumentou com o peso dos animais, portanto, à medida que o animal cresce vai ocorrendo sobreposição de fibras colágenas (Souza et al., 2021).

Santos et al. (2021) avaliaram categorias de peso corporal e observaram que conforme aumentou o peso ao abate houve aumento na espessura do couro após o curtimento, cuja equação linear positiva que explica os resultados é a $Y = 0,735871 + 0,051553X$ ($R^2 = 81,16\%$). Já Neu et al. (2015) avaliaram a espessura média das diferentes regiões do couro de tilápia e relataram que foi 0,68 mm. Franco et al. (2013) também mencionaram a mesma espessura para o couro de tilápia (0,68 mm), sendo mais espessas as de pacu (0,82mm) e de tambaqui (0,89mm). Observa-se que também existe variação de espessura no couro em função das espécies de peixes, mas pode também estar relacionadas com a região da pele, agente curtente entre outros fatores (Franco et al., 2015). Porém, neste trabalho os resultados mostram que a espessura do couro em relação as diferentes regiões e sentidos do couro não apresentaram diferença significativa, portanto um couro com espessura homogênea. Por outro lado, pode-se inferir que pelo fato dos animais estarem com um peso muito elevado (média de 34Kg), já não há mais desenvolvimento das camadas de fibras colágenas. Mas, para isso haveria necessidade de avaliar a quantidade de fibroblastos na pele antes do processamento. Nas Figuras de 4 a 6, não são observados os fibroblastos na derme. Todavia, tudo indica que durante o processo de curtimento com a ação do caleiro e purga os fibroblastos teriam sido destruídos, não podendo, portanto, levar em consideração a avaliação pelos cortes histológicos dos couros.

Quanto a elasticidade do couro, não houve diferença significativa, mas a elasticidade foi muito inferior a alguns resultados obtidos em diferentes couros de peixes, em função da espécie e técnica de curtimento. Souza et al. (2019) relataram que o couro de pirarucu apresentou um valor médio de elasticidade de 65,26%, superior aos obtidos neste experimento (28,66%), assim como os relatados por Franco et al. (2013), para os couros de tilápia (52,63%), pacu (72,50%) e tambaqui (66,69%). Já, Yoshida et al. (2016) observaram valores médios de 108,43% para couro de tilápia do Nilo e 111,00% para couro de salmão, sendo o do couro de cachara inferior (58,93%). Todavia, percentuais estes superiores aos obtidos neste experimento com couros de pirarucu (Tabela 1). Mas, essa variação pode estar relacionado à espécies, em função da idade ou peso, arquitetura histológica, região ou sentido do couro, associado a técnica aplicada no processo de curtimento, quanto ao agente curtente e/ou óleos (percentuais ou tipos utilizados) (Prado et al., 2014; Yoshida et al., 2016; Souza et al., 2017).

Craig et al. (1987) relataram que peles de algumas espécies animais apresentam uma distribuição de fibras colágenas em função do tamanho e grau de heterogeneidade da fibra. Os parâmetros que indicam a tração (carga de força, tensão de tração e elasticidade) podem ser correlacionados com a quantidade e a orientação das fibras colágenas. A distribuição e orientação das fibras colágenas no sentido transversal (largura do couro) ou longitudinal (comprimento do couro) ao comprimento do corpo do peixe pode afetar a resistência do couro (Souza et al., 2006). No entanto, neste experimento isso não foi observado para tração e rasgamento progressivo, no qual o couro (analisando na largura) referente à altura do peixe apresentou 73,96N/mm² e 51,62N/mm (no sentido transversal) e no sentido longitudinal ao comprimento do corpo 64,46N/mm² e 52,86N/mm, respectivamente.

Souza et al. (2019b) analisaram couros de pirarucu menor tamanho, cujo o peso corporal médio foi de 12,61 kg couros foram curtidos sais de cromo e com tanino vegetal, cuja espessura variaram de 1,76 a 2,83mm. Esses couros apresentaram uma menor resistência à tração de 10,43 N/mm² e rasgamento progressivo (46,83N/mm) quando comparado aos resultados obtidos neste experimento (Tabela 1).

Ao se comparar os valores médios obtidos para a determinação do rasgamento progressivo (N/mm) dos couros de pirarucu (52,24N/mm) deste experimento, observa-se que foram muito inferiores aos relatados por Yoshida et al. (2016). Os autores relataram que os couros de tilápia apresentaram 79,17N/mm, de cachara 82,36N/mm e de salmão 105,69 N/mm. Estes superiores aos deste experimento. Isto pode estar relacionado com a ação do engraxe aplicado nos couros dessas diferentes espécies de peixes analisados pelos referidos autores, bem como a técnica aplicado no curtimento. Franco et al. (2016) apresentaram valores de 63,72 N/mm para pacu, 80,01 N/mm para tambaqui, valores estes superiores também aos de pirarucu deste experimento, mas os referidos autores, relataram que o couro de tilápia o valor foi significativamente inferior (40,18N/mm).

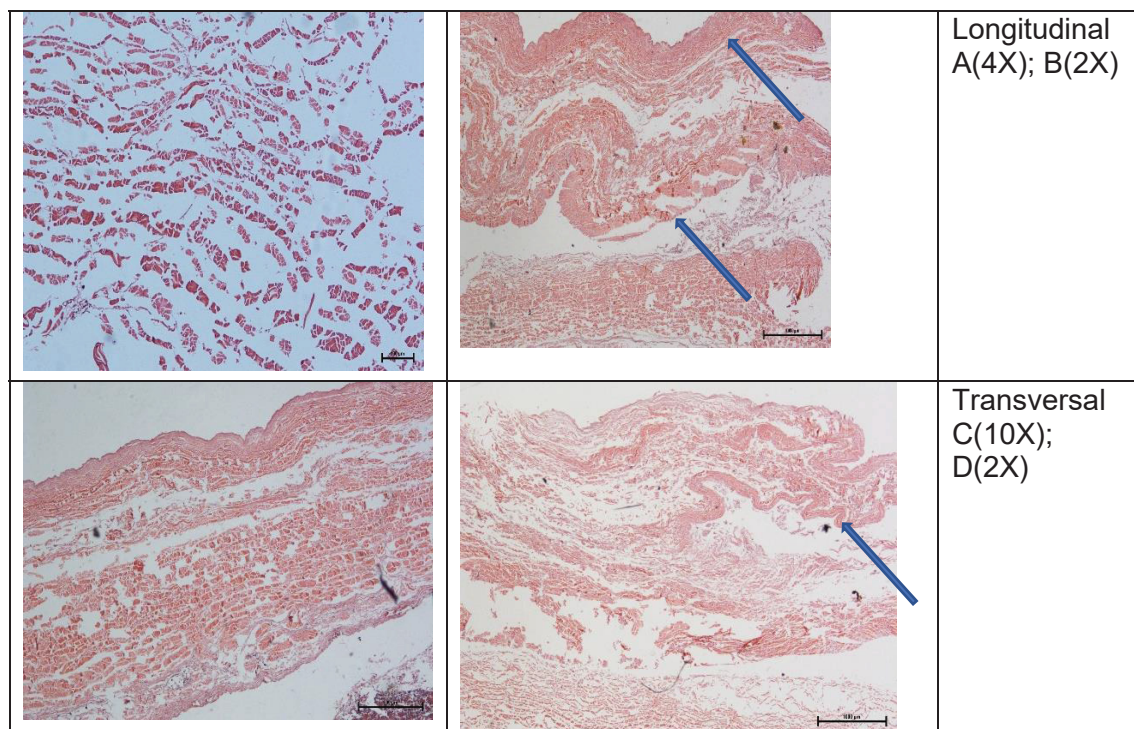
As forças aplicadas nos testes de determinação da tração e rasgamento progressivo dos couros de pirarucu avaliados por Souza et al. (2019b), foram valores menores (105,44 a 244,69N), aos deste experimento (Tabela 1). Também, Franco et al. (2013) analisaram o curtimento de peles de três diferentes espécies de peixe (tilápia, pacu e tambaqui) e encontraram valores de força máxima para realização do teste de 81,06N para tilápia, 153,06N para pacu e 224,25N para tambaqui. O couro de pirarucu deste experimento apresentou menor valor em relação ao couro de tambaqui. O couro de tambaqui necessitou de 15,85% de força a mais que o de pirarucu, mostrando ser mais resistente que o pirarucu, cujos valores foram de 80,01 N/mm para tambaqui e 52,23N/mm do pirarucu.

4.3 Histologia do couro de pirarucu

A análise dos cortes histológicos do couro de pirarucu, na região da cabeça, no sentido longitudinal da derme, que corresponde ao comprimento do animal, observaram-se fibras colágenas acidófilas paralelas mais distanciadas entre si (Figura 5 A). No sentido transversal observa-se camadas de feixes de fibras colágenas acidófilas sobrepostas, paralelas e intercaladas, de forma organizada na estrutura da derme (Figura 5C). Além disso, também pôde-se observar a lamélula de proteção e inserção das escamas (Figura 5B e 5D - seta). Estatisticamente pode-se observar que a resistência a tração foi significativamente menor na região da cabeça, quando analisado o sentido

longitudinal ($26,65 \text{ N/mm}^2$), sendo que disposição e orientação das fibras colágenas nesse corte confirmam que são mais espaçadas e menos entreladas, proporcionando menor resistência do couro à tração, nesse sentido (Tabela 1).

Figura 5: Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região da cabeça, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta- lamélula de proteção e inserção das escamas. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).

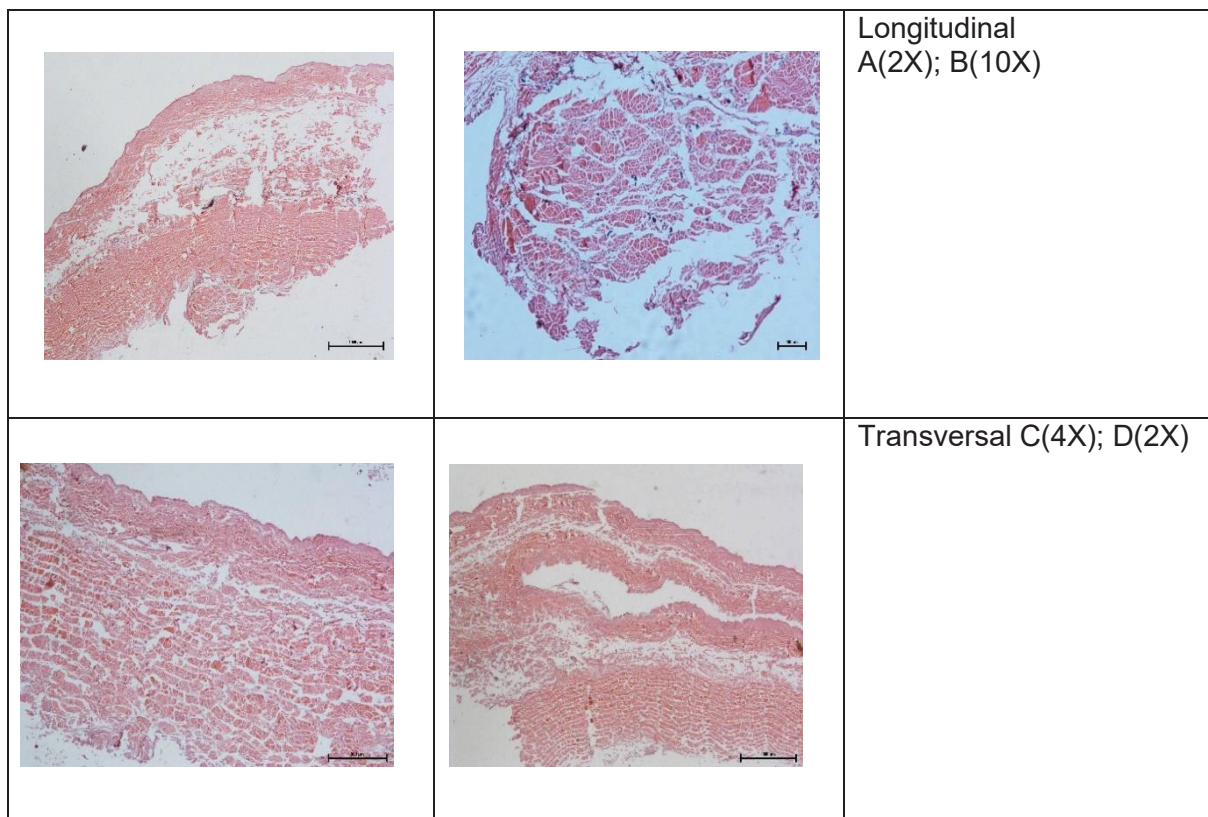


FONTE: Autor,2021

Observou-se que, na região da central do couro de pirarucu, as fibras colágenas da derme apresentam um arranjo paralelo mais compacto em relação a região da cabeça, estando mais próximas entre si, em camadas sobrepostas intercaladas (Figuras 6A e 6C), independente do sentido do couro. Pode-se observar no sentido longitudinal, que corresponde ao comprimento do peixe, alguns feixes individualizados de fibras colágenas, cortadas transversalmente, que provavelmente promovam uma melhor amarração na derme no sentido transversal ao corpo do animal (em relação à sua largura) (Figura 6A, seta e Figura 6B). Observando a arquitetura histológica do couro com os resultados do teste de resistência à tração, a forma que as fibras

colágenas estão distribuídas influenciaram na resistência do couro, pois apesar de não ter apresentado diferença significativa nos sentidos quando avaliados individualmente (longitudinal 92,59 N/mm² e transversal = 84,19 N/mm²), esta região foi a que apresentou significativamente a maior resistência (Tabela 2) comparada as demais regiões do couro (Tabela 3).

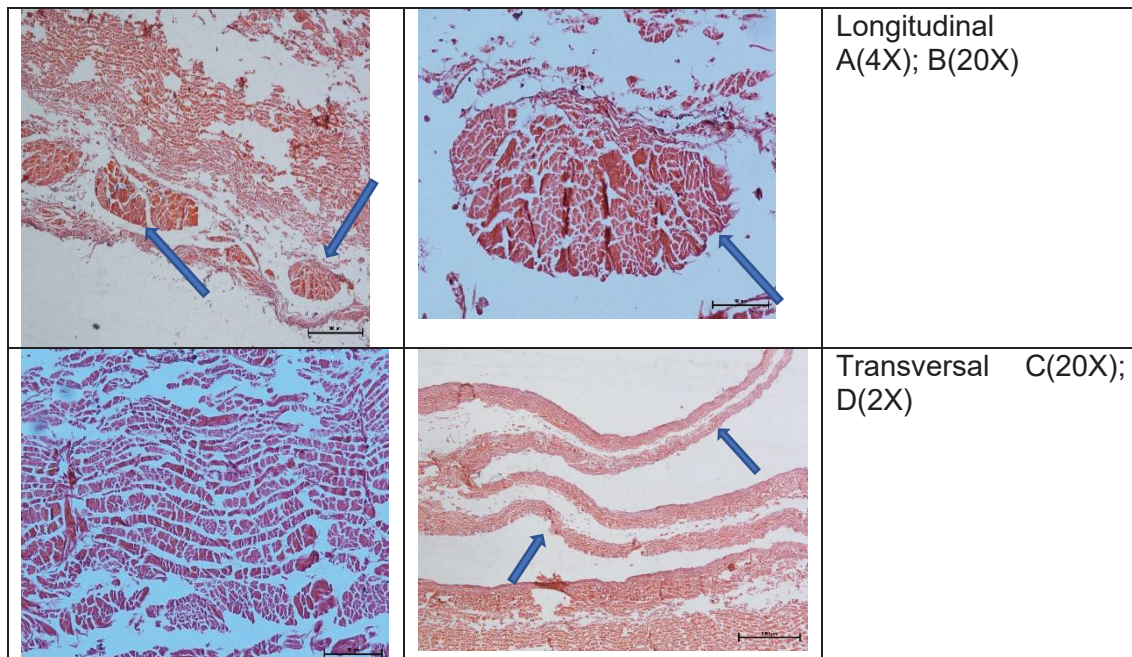
Figura 6: Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região central, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. seta- lamélula de proteção e inserção das escamas. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).



FONTE: Autor,2021

Na Figura 6D pode ser observada a lamélula de proteção e inserção da escama, correspondendo ao sentido da altura do peixe (dorsoventral) ou largura do couro.

Figura 7: Fotomicrografias representativas do couro de pirarucu, na região caudal, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal. cortes histológicos corados em hematoxilina-eosina (HE).

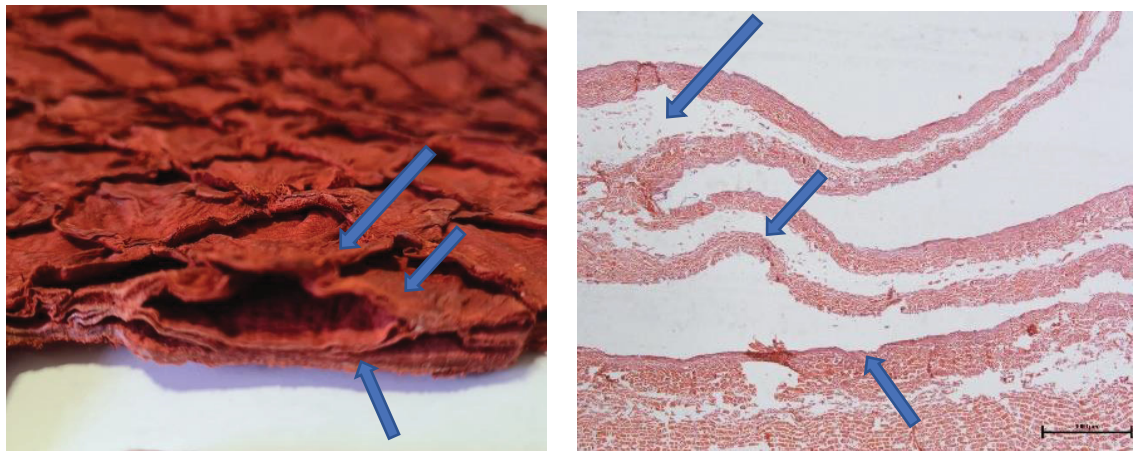


FONTE: Autor,2021

Nos cortes histológicos do couro de pirarucu, da região caudal, observaram-se camadas de fibras colágenas acidófilas, paralelas sobrepostas e intercaladas (Figura 7A e 7C).

No sentido transversal, foram observadas as lamélulas de proteção e inserção das escamas (Figura 6C, seta), que seguem o mesmo padrão observados nas regiões da cabeça e central neste mesmo sentido. Pode se notar entradas diferentes das lamélulas que observando a imagem da (Figura 7), pode-se entender melhor essa estrutura, em função de como ela está sobreposta a camada dérmica. Para facilitar a análise histológica no corte transversal do couro do pirarucu, na Figura 7C, mostra a imagem da posição de retirada da amostra. Observa-se que as lamélulas de proteção e inserção das escamas ficam sobrepostas a camada dérmica e quatro lamélulas se unem num ponto em comum (Figura 8), formando um mosaico.

Figura 8 – Posição onde foi retirada amostra para análise histológica e microscopia eletrônica de varredura, no sentido transversal ao couro de pirarucu, correspondendo a largura do couro (altura do peixe).



FONTE: Autor,2021

O detalhe mais interessante na região caudal, é a presença de feixes arredondados de fibras colágenas, cortadas transversalmente, (Figura 6A e 6B, seta), que aparecem mais frequentemente nessa região em relação à região central. Tudo indica que estas fibras tem uma atuação no reforço da estrutura dérmica para a sustentação no momento de o peixe nadar. Como foi mencionado a pele de acordo com alguns autores a pele funciona como um tendão no auxílio da movimentação da nadadeira que o pirarucu apresenta um comportamento diferente por terem respiração e necessita sair da água .

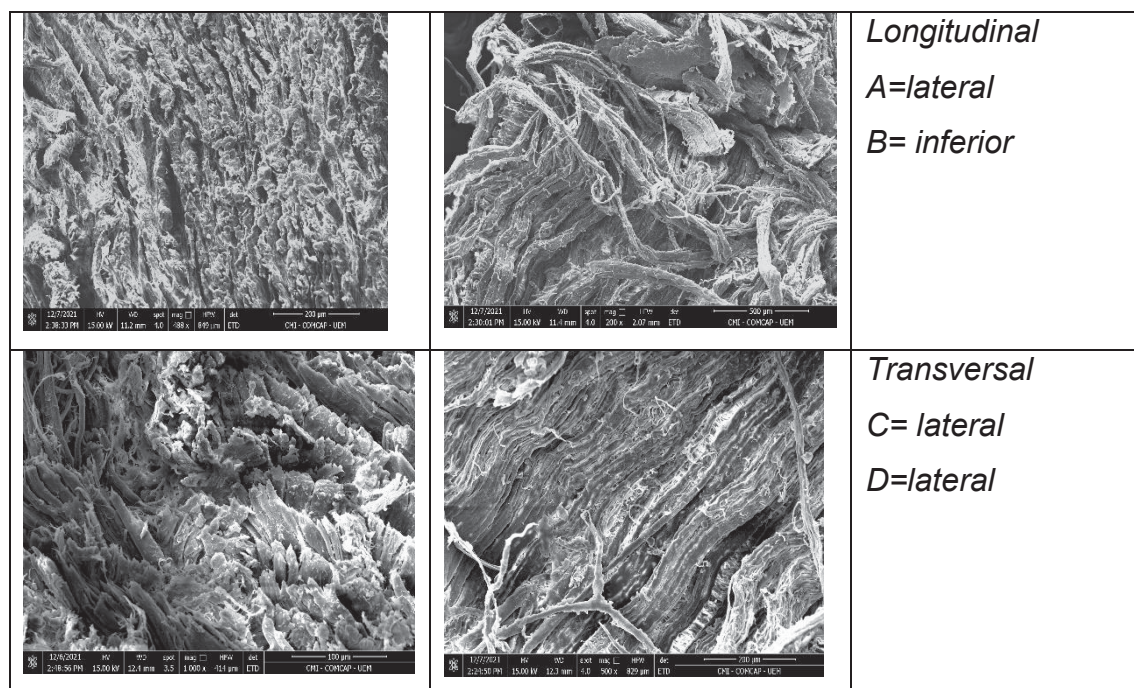
Corrêa et al. (2021) analisaram couros de três espécies de peixes, sendo corvina, pescada amarela e tilápia do Nilo. Os autores relataram que a derme de tilápia apresentou camadas sobrepostas organizadas, sendo camadas de fibras mais finas próximas à superfície (epiderme) e se espessando à medida em que se apresentavam próximas camada hipodérmica. Essa descrição da arquitetura histológica do couro de pirarucu corrobora com as informações relatadas por Corrêa et al. (2021). Todavia, os autores mencionaram que a derme da tilápia apresentava um menor entrelaçamento entre as camadas de fibras longitudinais e transversais quando comparadas com as dos couros de corvina e pescada. Segundo os autores, a derme da corvina, apresentava fibras colágenas espessas desorganizadas e interrompidas em alguns pontos no sentido longitudinal, com fibras colágenas espessas transversais curtas. No

sentido transversal do couro, apresentava fibras espessas que cortavam as fibras longitudinais. Para o couro de pescada amarela, observou-se no sentido longitudinal fibras colágenas espessas desorganizadas, septadas nos dois sentidos, o que caracteriza uma amarração entre as fibras proporcionando maior resistência ao couro (Corrêa et al., 2021).

4.4 Microscopia eletrônica de varredura

Na Figura 9, mostra as camadas sobrepostas de feixes de fibras colágenas, paralelas a superfície. Na Figura 9B, observa-se o entrelaçamento das fibras colágenas no lado carnal do couro da região da cabeça. As fibras se mostram espessas e muitas finas. Já na Figura 8C, observa-se as fibras grossas cortadas longitudinalmente, mas este corte refere-se a altura do peixe, portanto no corte transversal ao eixo anteroposterior do animal.

Figura 9: Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da cabeça, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal.

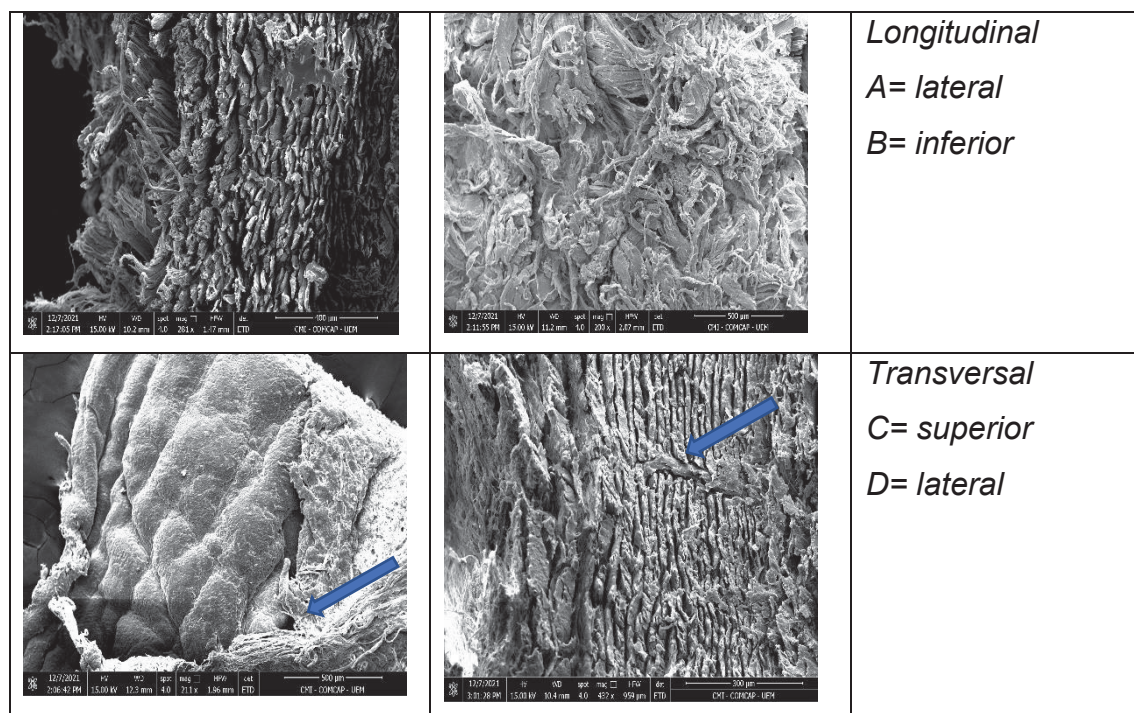


FONTE: Autor,2021

Nas Figuras 9A e 9D, as camadas sobrepostas de feixes de fibras colágenas no sentido paralelo à superfície e entrelaçadas por feixe de fibras

colágenas transversal (9C). Na Figura 10 C observa-se que as fibras foram cortadas, notando-se as pontas das fibras, enquanto na Figura 10B, as fibras estão em posição longitudinal no corte transversal, com camadas mais finas de fibras colágenas sobrepostas a estas longitudinalmente. Observa-se na Figura 9C a superfície do couro, e um orifício correspondendo a linha lateral do peixe (seta). Na Figura 9B mostra o entrelaçamento das fibras colágenas do lado carnal do couro.

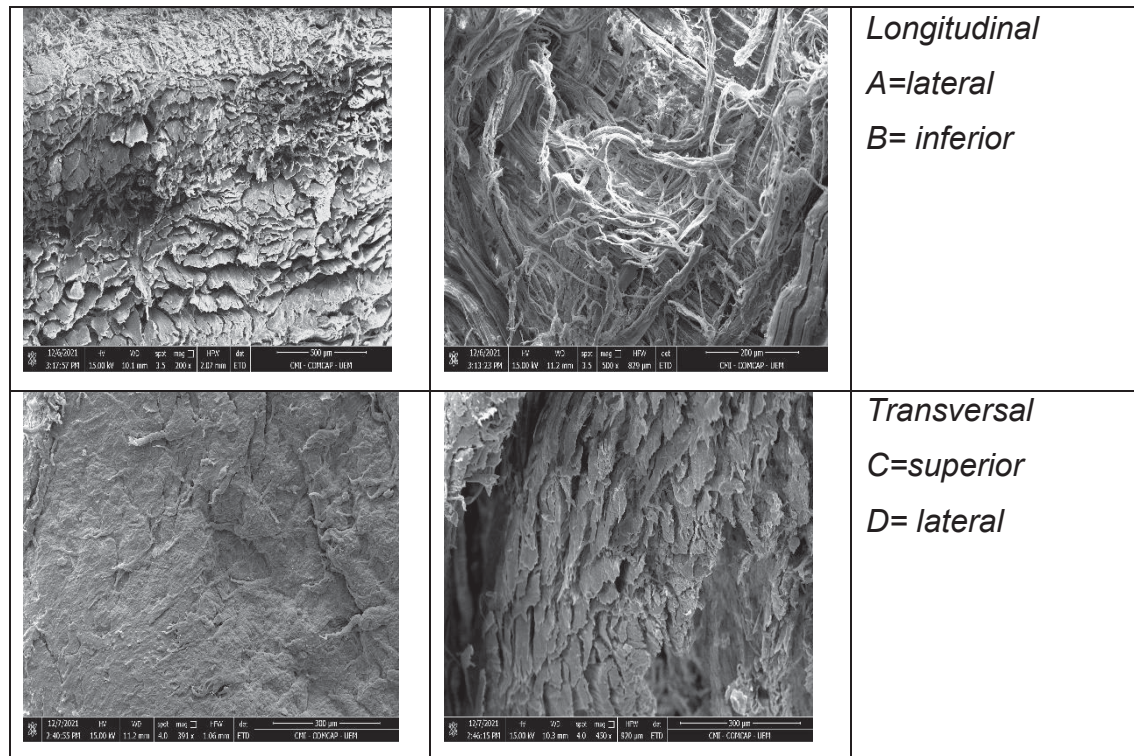
Figura 10: microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da central, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal.



FONTE: Autor,2021

Nas Figuras 10A e 10D, as camadas de feixes de fibras colágenas sobrepostas, bem próximas entre si, no sentido paralelo à superfície. Na Figura 10A observa-se que as fibras foram cortadas, notando-se as pontas das fibras, enquanto na Figura 10D, as fibras estão em camadas na posição longitudinal referente a largura do couro (altura do peixe) e camadas de feixes de fibras mais finas entre estas no sentido ao eixo anteroposterior do animal. Observa-se na Figura 10C a superfície do couro e na Figura 10B o lado carnal do couro, mostrando as camadas de feixes de fibras de espessuras diferentes e entrelaçadas entre si.

Figura 11: Microscopia eletrônica de varredura mostrando a derme do couro de pirarucu, na região da caudal, obtido nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao eixo anteroposterior do animal.



FONTE: Autor,2021

Analisando a morfologia do couro, fica mais fácil entender a qualidade de resistência dos couros, pode ser comparado as imagens apresentadas e descritas nas Figuras 4 a 10, aos resultados obtidos dos couros curtidos com tanino vegetal (acácia e extrato de eucalipto) que foram apresentados na Tabela 1, mostrando que a forma de entrelaçamento das fibras colágenas em função da disposição e orientação determina a resistência do couro.

4. CONCLUSÃO

Portanto, pode-se concluir que couros mais espessos interferem na qualidade de resistência, apresentando maior resistência a tração e rasgamento progressivo, porém menor elasticidade. Em peixes com peso corporal elevado não ocorre variação da espessura, alongamento, força máxima aplicada no rasgo e rasgamento progressivo das regiões e sentidos do couro. No entanto, para a força aplicada no teste de tração e o valor de resistência a tração são diferentes em função da região e do sentido do couro. Os couros na região

central apresentaram maior resistência a tração, enquanto na região da cabeça, no sentido longitudinal a menor resistência a tração. A qualidade de resistência pode ser melhor compreendida, em função da distribuição das fibras colágenas ou da arquitetura histológica, das diferentes regiões e sentidos dos couros.

5. REFÊNCIAS

ABNT. (2014). NBR ISO 3376: 2014 couro -Ensaio físicos e mecânicos - determinação da força de rasgamento progressivo. Parte 1: rasgamento de extremidade simples. Associação Brasileira De Normas Técnicas –ABNT. p. 4.

ABNT. (2021). NBR 10455: 2021 climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos. Associação Brasileira De Normas Técnicas –ABNT. Rio de Janeiro: p. 2

ABNT. (2014). NBR 3377-2: 2014 couro -Determinação da força de rasgamento progressivo. Associação Brasileira De Normas Técnicas –ABNT. 4.

CORRÊA, Stefane Santos et al. Avaliação mecânica, morfológica e físico-química, de couros de corvina, pescada amarela e tilápia. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e163101522629-e163101522629, 2021.

CRAIG, A.S.; EIKENBERRY, E.F.; PARRY, D.A.D. Ultrastructural organization

Franco, MLRS.; Uchimura, CM.; Prado, M.; Yajima, EM.; Gasparino, E.; Silva, SCC (2013). Quality of the skin of salmon, *Salmo solaris*: resistance test. **Arquivos de Ciências do Mar**. v.46, n.1, p. 90 –95.

Franco, M. L. R. S., Franco, N. P., Gasparino, E., Dorado, D. M., Prado, M., & Vesco, A. P. D. (2013). Comparação das peles de tilápia do Nilo, pacu e tambaqui: Histologia, composição e resistência. **Archivos de zootecnia**, 62(237), 21-32.

Franco, M. L. R. S., Viegas, E. M. M., Kronka, S. N., Gasparino, E., Pontara, L. P., & Del Vesco, A. P. (2015). Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. **Acta Tecnológica**, 10,24-31.

FUJIKURA, Keiko et al. Morphology and distribution of the skin glands in *Xenopus laevis* and their response to experimental stimulations. **Zoological science**, v. 5, n. 2, p. p415-430, 1988.

HOINACKI, Eugênio; GUTHEIL, Nelson Carlos. Peles e couros. SENAI, 2º edição, Porto Alegre, 1989.

MALUF, Marcia Luzia Ferrarezi; HILBIG, Cleonice Cristina. Curtimento ecológico de peles de animais para agregação de valor através da confecção de artesanato. **Varia Scientia**, v. 9, n. 15, p. 75-79, 2010.

Neu, D. H., Dallagnol, J. M., Klein, S., Maluf, M. L. F., Franco, M. L. R. S., & Boscolo, W. R. (2015). Resistência do couro de tilápia do Nilo submetido a diferentes processos de curtimento. **Archivos de zootecnia**, 64(247), 291-298.

of skin: classification on the basis of mechanical role. *Connect. Tissue Res.*,

PRADO, M. et al. Características de Resistência dos Couros de *Pseudoplatystoma sp.* Submetidos a Alterações nas Etapas do Processo de Curtimento. **Rev. Cient. Prod. Anim**, v. 16, p. 46-59, 2014.

prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e testes de resistência do couro. R. Bras.

SANTOS, Fabricio Vieira et al. Qualidade de resistência de peles de Tilápia do Nilo submetidas ao curtimento com tanino vegetal. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e36110817277-e36110817277, 2021.

SAS Institute Inc., (2010). The data analysis for this paper was generated using SAS/STAT software, Version 9.3 of the SAS System for Windows. Copyright© 2010 SAS Institute Inc. SAS and all other SAS Institute Inc. product or service names are registered trademarks or trademarks of SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

SOUZA, M.L. Tecnologia para processamento de peles de peixes. Maringá: Eduem, 2004. 59p.

Souza, M. L. R., Corrêa, S. S., Coradini, M. L., & Oliveira, G. G. (2020). Processamento do pirarucu, um peixe cada vez mais procurado pelos piscicultores. **Panorama da aquicultura**, 30, 51-63.

Souza, M. L. R.; Gasparino, E.; Penha, BG.; & Coradini, MF. (2017). Physicochemical and mechanical characteristics of cobia (*rachycentron canadum*, linnaeus, 1766) leather submitted to different tanning agents in the retanning step. **International Journal of Latest Research in Science and Technology**, v. 6, p. 8-13

SOUZA, M.L.R.; GODOY, L.C.; KOZUKI, H.T. et al. Histologia da pele da carpa

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de et al. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 27-36, 2004.

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues de et al. Histologia da pele da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e testes de resistência do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1265-1272, 2006.

SOUZA, Maria Luiza Rodrigues et al. Morfologia, composição centesimal e alterações ocorridas no processo de curtimento da pele da tilápia do Nilo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e35810817240-e35810817240, 2021.

UZEIKA, R. Estudo histoquímico, ultra-estrutural e morfométrico da pele de duas espécies de peixes siluriformes. 61f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, 1999.

VIDAL-CAMPELLO, Juliana Maria Aderaldo et al. 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.

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.