

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERÍSTICAS DA PELE DE *Pseudoplatystoma sp*
SUBMETIDA AO PROCESSO DE CURTIMENTO:
MORFOLOGIA, RESISTÊNCIA FÍSICO-MECÂNICA E
QUÍMICA

Autora: Marcellie do Prado
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Luiza R. S. Franco

MARINGÁ
Estado do Paraná
Novembro - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CARACTERÍSTICAS DA PELE DE *Pseudoplatystoma sp*
SUBMETIDA AO PROCESSO DE CURTIMENTO:
MORFOLOGIA, RESISTÊNCIA FÍSICO-MECÂNICA E
QUÍMICA

Autora: Marcellie do Prado
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Luiza R. S. Franco

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA no Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração - Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Novembro - 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

P896c Prado, Marcellie do
Características da pele de *Pseudoplatystoma sp*
submetida ao processo de curtimento: morfologia,
resistência físico-mecânica e química/Marcellie do
Prado.-- Maringá,2011.

74 f., tabs., figs.

Orientador: Profa. Dra. Maria Luiza R.S.Franco

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia,
2011.

1. Histologia 2. Morfologia 3. Resistência 4.
Surubim I. Franco, Maria Luiza R.S.,orient. II.
Universidade Estadual de Maringá. III. Título

CDD. 21.ed. 636.081

JLM000136



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CARACTERÍSTICAS DA PELE DE *Pseudoplatystoma* sp
SUBMETIDA AO PROCESSO DE CURTIMENTO:
MORFOLOGIA, RESISTÊNCIA
FÍSICO-MECÂNICA E QUÍMICA**

Autora: Marcellie do Prado
Orientadora: Prof^ª Dr^ª Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 08 de novembro de 2011.

Prof^ª Dr^ª Doroty Mesquita
Dourado

Prof^ª Dr^ª Eliane Gasparino

Prof^ª Dr^ª Maria Luiza Rodrigues
de Souza Franco
(Orientadora)

“Plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar, que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida!”

William Shakespeare

A Deus,
pela presença constante na minha vida,
sempre me confortando e protegendo

Aos meus amados pais Ariovaldo (*in memoriam*) e Damaris,
por todo amor, incentivo, compreensão e apoio

A minha querida irmã Mayara,
pelo amor

Aos meus tios, Wagner, Marcia, Eugênio e Ineide,
por todo amor, incentivo e apoio

As minhas amigas Alessandra, Priscila, Danielle, Fabiana, Monique e Andressa,
pela amizade, carinho, compreensão e apoio, mesmo de longe

Ao Denis,
Por ter me acompanhado durante todo esse processo,
pelo amor, carinho, ajuda e compreensão

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre presente em minha vida.

Aos meus pais e minha irmã, pelo amor, dedicação, compreensão e apoio incondicionais.

Aos meus familiares queridos, por todo o apoio e carinho.

Ao Denis, pelo amor, carinho e compreensão.

A minha professora, orientadora e amiga, Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco, por todos esses anos de apoio, incentivo, ensinamentos, orientação, dedicação, confiança e amizade.

As professoras Lucimar Pontara e Eliane Gasparino, pelo apoio, incentivo e amizade.

Ao Programa de Pós-graduação, em especial ao Denilson e Rose pela paciência, compreensão e atenção.

Ao departamento de Zootecnia, em especial ao Francisco e a Bete, por toda atenção e apoio durante todos esses anos de convivência.

Aos colegas e amigos do grupo de pesquisa, Vitória Fernandes, Emília Dorta, Adriana Bordignon, Karen Bielawski, Vivian Vieira, Ana Paula Saccomani e Ricardo Simões.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos (LANA), pelo auxílio na realização das análises.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pela cooperação e paciência.

A Piscicultura Mar e Terra, pelo apoio.

A Claudinha, pelo auxílio na realização da microscopia eletrônica de varredura.

A professora Doroty Dourado, pela ajuda na realização deste trabalho.

A Embrapa Pantanal, em especial ao Jorge de Lara e Ádina Delbem, por todo apoio.

Aos colegas que encontrei e me ajudaram nesta etapa da minha vida.

Aos meus amigos e todos que contribuíram para a realização desse mestrado, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

MARCELLIE DO PRADO, nascida em 28 de junho de 1984, cidade de São Paulo – SP, filha de Ariovaldo Antonio do Prado (*in memoriam*) e Damaris da Silva Prado. Concluiu o curso de Zootecnia em janeiro de 2009, pela Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR.

Em março de 2009, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, linha de tecnologia de produtos e subprodutos de origem animal.

Nesta data, submeteu-se a banca examinadora para defesa da dissertação de mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUÇÃO	01
1.1 Aquicultura	01
1.2 Resíduos na Aquicultura	02
1.3 <i>Pseudoplatystoma sp</i>	03
1.4 Caracterização da pele de peixe.....	04
1.5 Qualidade do couro	07
1.6 Abate e esfolação	07
1.7 Conservação.....	08
1.8 Processamento de peles.....	08
1.8.1 Operação de ribeira.....	09
1.8.2 Operação de curtimento.....	10
1.8.3 Operação de acabamento	12
Referências	15
II. OBJETIVOS GERAIS.....	18
III. CARACTERIZAÇÃO DA PELE DO <i>Pseudoplatystoma sp</i> : MORFOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, HIDROXIPROLINA E A RESISTÊNCIA DO COURO	19
Resumo.....	19
Abstract	20
Introdução	21

Materiais e Métodos.....	23
Resultados e Discussões.....	25
Conclusões	36
Referências	37
IV. CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS COUROS DE <i>Pseudoplatystoma</i> <i>sp</i> SUBMETIDOS A ALTERAÇÕES NAS ETAPAS DO PROCESSO DE CURTIMENTO	41
Resumo.....	41
Abstract	42
Introdução	43
Materiais e Métodos.....	44
Resultados e Discussões.....	49
Conclusões	61
Referências	62
V. DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEOS NO PROCESSAMENTO DE PELES DE <i>Pseudoplatystoma sp</i>	64
Resumo.....	64
Abstract	65
Introdução	66
Materiais e Métodos.....	67
Resultados e Discussões.....	68
Conclusões	72
Referências	73

LISTA DE TABELAS

	Página
III. CARACTERIZAÇÃO DA PELE DO <i>Pseudoplatystoma sp</i> : MORFOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, HIDROXIPROLINA E A RESISTÊNCIA DO COURO	19
Tabela 1. Médias dos parâmetros de resistência do couro de <i>Pseudoplatystoma sp</i> dos trabalhos realizados.....	35
IV. CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS COUROS DE <i>Pseudoplatystoma sp</i> SUBMETIDOS A ALTERAÇÕES NAS ETAPAS DO PROCESSO DE CURTIMENTO	41
Tabela 1. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos a diferentes tempos de caleiro	50
Tabela 2. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos a diferentes tempos de caleiro	51
Tabela 3. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos a diferentes níveis de purga.....	52
Tabela 4. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos a diferentes níveis de purga.....	53
Tabela 5. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos ao curtimento com e sem sais de cromo	54
Tabela 6. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos ao curtimento com e sem sais de cromo	56
Tabela 7. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim quando adicionados diferentes níveis de óleos no engraxe	57
Tabela 8. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim quando adicionados diferentes níveis de óleos no engraxe	58

Tabela 9. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim quando submetidos a diferentes técnicas de curtimento	59
Tabela 10. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim quando submetidos a diferentes técnicas de curtimento	60
V. DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEOS NO PROCESSAMENTO DE PELES DE <i>Pseudoplatystoma sp</i>	64
Tabela 1. Valores médios dos testes físico-mecânicos dos couros de <i>Pseudoplatystoma sp</i>	69
Tabela 2. Valores médios dos testes físico-químicos dos couros de <i>Pseudoplatystoma sp</i>	70

LISTA DE FIGURAS

	Página
I. INTRODUÇÃO	01
Figura 1. (A) Fotomicrografia (B) e (C) Eletromicrografia da pele de <i>Pseudoplatystoma sp.</i> Epiderme (e) com as células epiteliais (ce), células mucosas (cm), membrana basal (mb) e pigmento (p), células claviformes (cc), derme (d)...	05
Figura 2. Fotomicrografia da derme da pele <i>Pseudoplatystoma sp.</i> , com fibras colágenas longitudinais ou horizontais (fh) e transversais ou verticais (fv) em relação à superfície da pele	06
Figura 3. Desenho de flor da pele de <i>Pseudoplatystoma sp.</i>	07
III. CARACTERIZAÇÃO DA PELE DO <i>Pseudoplatystoma sp.</i> : MORFOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, HIDROXIPROLINA E A RESISTÊNCIA DO COURO	19
Figura 1. Fotomicrografia da pele do <i>Pseudoplatystoma sp.</i> – (A) Região caudal transversal - Na epiderme (e) observa-se tecido epitelial (ep), células claviformes (cl), camada germinativa (cg) e fibras colágenas (fc) na derme. Coloração HE. Objetiva 40x. (B) Região dorsal transversal – mostrando o tecido epitelial (te), células claviformes (cl), células mucosas (cm), camada germinativa (cg), melanóforos (m) e fibras colágenas (fc) na derme. Coloração HE. Objetiva 10x. (C) Região ventral transversal – mostrando a epiderme com grande quantidade de células claviformes e poucas células mucosas. Coloração HE. (D) Região linha lateral transversal – observa-se tecido epitelial (te), células claviformes (cl), camada de melanóforos (m) entre a epiderme e derme, camada germinativa (cg) e fibras colágenas na derme (fc). Coloração HE. Objetiva 40x	26

Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura da derme de <i>Pseudoplatystoma sp</i> – (A) Região caudal - Camadas de fibras colágenas (seta) paralelas em relação à epiderme (e). (B) Região dorsal - observa-se a epiderme (e), derme (d) e hipoderme (h).	28
Figura 3. Fotomicrografia da pele do <i>Pseudoplatystoma sp</i> – (A) Região caudal longitudinal - observa-se o arranjo das fibras colágenas longitudinais (fc) e fibras colágenas transversais (ft) da derme (d). Coloração HE. (B) Região dorsal longitudinal – observam-se as fibras colágenas longitudinais (fc) e fibras colágenas transversais ou verticais (ft). Coloração HE. Objetiva 40x .	28
Figura 4. Fotomicrografia da pele de <i>Pseudoplatystoma sp</i> na região caudal longitudinal. (A) Fibras colágenas da derme compacta. Coloração Picrosirius-hematoxilina. (B) Fibras colágenas da derme submetidas à polarização Colágeno I em laranja. Objetiva 40 x. (C) Observam-se fibras colágenas (fc) entre os adipócitos (ad). Coloração Picrosirius hematoxilina. (D) com polarização. Observa-se colágeno I (fcTI) (em maior quantidade) e Tipo III (fcTIII) (escassos) entre adipócitos (ad). Objetiva 40x.....	30
Figura 5. Fotomicrografia da pele de <i>Pseudoplatystoma sp</i> na região caudal transversal. (A) Fibras colágenas (fc) com adipócitos (ad) na derme. Coloração HE. Objetiva 40x. (B) Coloração Picrosirius-hematoxilina. Objetiva 40x.....	31
Figura 6. Fotomicrografia da pele de <i>Pseudoplatystoma sp</i> . (A) Região da linha lateral transversal. Coloração HE. (B) Com polarização da pele na região caudal transversal. Coloração: Picrosirius-hematoxilina. Observa-se o orifício da linha lateral (oll), células epidérmicas (ce) no centro do orifício, fibras colágenas (fc) e melanóforos (m)	31
Figura 7. Desenho de flor do couro de <i>Pseudoplatystoma sp</i> após curtimento com sais de cromo e recurtimento com taninos	34
IV. CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS COUROS DE <i>Pseudoplatystoma sp</i> SUBMETIDOS A ALTERAÇÕES NAS ETAPAS DO PROCESSO DE CURTIMENTO	41
Quadro 1. Formulações dos três tratamentos realizados	47
Figura 1. (A) - Determinação do teste de tração e alongamento com o corpo de prova. (B) - Determinação do teste de rasgamento progressivo com o corpo de prova.....	48

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características gerais da pele e do couro de *Pseudoplatystoma sp*, através de análise histológica, físico-química e mecânica. Foram utilizadas peles de *Pseudoplatystoma sp*, provenientes da Piscicultura Mar e Terra, em Itaporã-MS. No experimento I, foi realizada a caracterização das peles *Pseudoplatystoma sp* através da morfologia, composição química, hidroxiprolina e testes de resistência, após o curtimento da pele. Foram observadas a epiderme, derme e hipoderme. Observou-se que a pele possui 60,98% de umidade, 33,49% de proteína bruta, 1,67% de extrato etéreo, 0,21% de cinzas e 2,72% de hidroxiprolina. Os couros possuem elevada resistência à tração (27,47 N/mm²), rasgamento progressivo (90,66 N/mm) e elasticidade (69,10%). No experimento II, o objetivo foi avaliar a resistência dos couros de surubim, submetidos as alterações nas etapas do processo de curtimento, em função dos diferentes tempos de ação do caleiro, níveis de enzimas utilizadas na etapa de purga, curtimento com e sem sais de cromo, diferentes níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe e diferentes técnicas de curtimento. Os couros submetidos ao caleiro por 1 hora apresentaram maior (78,89 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo e força máxima (73,50 N) e não houve diferença significativa para tração e alongamento. Para purga, os couros que receberam 0,7% por 40 minutos apresentaram maior resistência à tração (43,80 N/mm²) e elasticidade (78,06%), e não houve diferença para rasgamento progressivo (96,86 N/mm). Para os couros curtidos com e sem sais de cromo, os couros com cromo apresentaram maiores valores de resistência à tração (20,93 N/mm²), elasticidade (52,40%) e rasgamento progressivo (69,97 N/mm), apesar de não ter diferido dos couros sem cromo. No ensaio com níveis de óleos, os couros não apresentaram diferença significativa para tração, alongamento e rasgamento progressivo com os níveis utilizados. No ensaio das diferentes técnicas,

couros do tratamento três utilizaram maior força (225,81 N) e apresentaram maior elasticidade (71,81%). Os couros do tratamento um apresentaram maior (118,59 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo. No experimento III, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe, sobre as características físico-mecânicas e químicas dos couros de surubim. Peles foram submetidas ao processo de curtimento, e adicionados a cada tratamento 8%, 10%, 12%, 14% e 16% de óleos. Os níveis de óleos utilizados não influenciaram na espessura (0,98 a 0,66 mm) e na resistência do couro para tração (17,72 a 29,15 N/mm²) e alongamento (64,63% a 84,13%), força máxima aplicada neste teste (142,70 a 217,53 N) e força máxima no rasgamento progressivo (58,10 a 72,80 N).

Palavras-chave: histologia, morfologia, resistência, surubim

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the general characteristics of the skin and leather of *Pseudoplatystoma sp* through histological analysis, physico-chemical and mechanical. There were used skins of *Pseudoplatystoma sp*, from Piscicultura Mar e Terra, in Itaporã-MS. In experiment I was made the characterization of skins of *Pseudoplatystoma sp* by morphology, chemical composition, hydroxyproline and resistance testing after tanning process. It was observed the epidermis, dermis and hypodermis. There was found that the skin has, 60.98% of moisture, 33.49% of crude protein, 1.67% of ether extract, 0.21% of ash and 2.72% of hydroxyproline. The leathers have high resistance to traction (27.47 N/mm^2), progressive tearing (90.66 N/mm) and elasticity (69.10%). In experiment II, the objective was to evaluate the resistance of leathers of surubim submitted to change steps in the process of tanning, for different times of action of liming, levels of enzymes used in the purge step, tanning with and without chromium salts, different levels of oils used in the grease step and different tanning techniques. The leathers submitted to liming for 1 hour had a higher (78.89 N/mm) resistance to progressive tearing and maximum force (73.50 N) and there was no significant difference in traction and elongation. For purge, the leathers that were submitted to 0.7% for 40 minutes had a higher (43.80 N/mm^2) resistance to traction and elasticity (78.06%), and no difference to progressive tearing (96.86 N/mm) was found. For the leathers tanned with and without chromium salts, the leathers with chromium salts showed higher resistance to traction (20.93 N/mm^2), elasticity (52.40%) and progressive tearing (69, 97 N/mm), although they are not different from leathers without chromium. In the test with levels of oils, leathers not showed significant difference to traction, elongation and progressive tearing with the levels used. In the test of different techniques, leathers of the treatment three used higher force (225.81 N) and showed

higher elasticity (71.81%). The leathers of treatment one showed higher (118.59 N/mm) resistance to progressive tearing. In experiment III, the objective was to evaluate the effect of different levels of oils used in the grease step, on the physico-mechanical and chemical properties of the surubim's leathers. Skins were submitted to tanning process and then it was added to each treatment 8%, 10%, 12%, 14% and 16% of oils. The levels of oils did not affect the thickness (0.98 to 0.66 mm) and resistance of leather to traction (17.72 to 29.15 N/mm²) and elongation (64.63% to 84.13%), maximum force applied in this test (142.70 to 217.53 N) and maximum force in progressive tearing (58.10 to 72.80 N).

Keywords: histology, morphology, resistance, surubim

I. INTRODUÇÃO

1.1 Aquicultura

Aquicultura é o cultivo de organismos, cujo ciclo de vida, em condição natural ocorre total ou parcial no meio aquático. Segundo Oliveira (2009), a aquicultura é uma prática tradicional de longa data, encontrada em várias culturas pelo mundo. Há registros históricos evidenciando a técnica em documentos e manuscritos chineses datados de séculos remotos, e chega a ser mencionada até em hieróglifos egípcios. Este sistema incluía, de forma simplificada, o armazenamento de exemplares imaturos de diversas espécies de peixes, seu desenvolvimento condicionado a um ambiente propício, que não demandava adição de muitos insumos ou recursos externos, e por fim seu consumo pelas populações, sendo uma importante fonte alimentar.

Atualmente a aquicultura é dividida em várias áreas, entre elas a piscicultura (MPA, 2011). Segundo Meschkat (1975), o termo piscicultura pode ser interpretado como a produção de peixes sob controle humano, não importando se a produção começa dos ovos ou de peixes jovens. A atividade do piscicultor corresponde a do jardineiro cultivando plantas ou a de um fazendeiro criando animais. Piscicultura é a criação de peixes.

Segundo o Ministério da Pesca (MPA, 2011), com 12% da água doce disponível no planeta e litoral, com mais de 8000 quilômetros, o Brasil possui enorme potencial para a aquicultura. Com o aproveitamento de uma fração desta lâmina d'água é possível criar com fartura, de forma controlada, peixes, crustáceos, moluscos, etc.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo anual de pescado seja de 12 quilos por habitante, uma vez que é um alimento extremamente saudável. O Brasil ainda tem um consumo abaixo do que recomenda a OMS, porém

houve um crescimento de 6,46 kg para 9,03 kg por habitante/ano entre 2003 e 2009 (MPA, 2011).

Atualmente o país produz 1,25 milhões de toneladas de pescado, sendo 38% destes cultivados. O potencial brasileiro é enorme e o país pode se tornar um dos maiores produtores mundiais nos próximos anos (MPA, 2011).

De acordo com os dados divulgados pelo Ministério da Pesca (MPA, 2010), a produção da piscicultura atingiu 60,2% de crescimento entre 2007 e 2009, passando de 210.664 para 337.353 toneladas. A produção de tilápia aumentou 105% em apenas sete anos (2003-2009). A produção de pintado teve o primeiro registro em 1998, com produção de 329 toneladas e em 2009 a produção foi de 2.216,7 toneladas, ou seja, aumentou 546% em 11 anos. Em conjunto, a aquicultura cresceu 43,8%, entre 2007 e 2009, tornando a produção de pescado a que mais cresceu no mercado nacional de carnes no período, enquanto as criações de aves e suínos registraram apenas 12,9% e 9,2%, respectivamente, e a de bovinos uma diminuição de 8,6%.

Entre as regiões brasileiras, a Nordeste foi em 2009, a maior produtora de pescados, com 411.463 toneladas, totalizando 34% da produção nacional, seguida pela região Sul (25%), Norte (21%), Sudeste (14%) e Centro-Oeste (6%) (MPA, 2010). Ainda segundo o MPA, cada região brasileira vem se especializando em determinados tipos de pescado. Na região Norte, predomina peixes como o tambaqui e o pirarucu. No Nordeste, a preferência é pela tilápia e pelo camarão marinho. No sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No sul, predominam as carpas, as tilápias, as ostras e os mexilhões. Já no Centro-Oeste, os destaques são o tambaqui, o pacu e os surubins.

1.2 Resíduos na Aquicultura

Segundo Souza & Maranhão (2001), no Brasil, alguns trabalhos foram realizados com o objetivo de analisar o rendimento do processamento de filetagem em função do peso, forma ou método de filetagem, formato anatômico, destreza do filetador, densidade de estocagem e espécie. Eyo (1993) relatou que o rendimento do peixe depende da estrutura anatômica, ou seja, peixes de cabeça grande em relação à sua musculatura apresentam menor rendimento de filé se comparados aos com cabeça pequena.

Durante o processamento do pescado nas unidades de beneficiamento é gerada uma grande quantidade de resíduos que podem ser bem aproveitados. De acordo com

Stori (2000), o beneficiamento do pescado pode oferecer a população mais do que um alimento com alto valor nutricional, por fornecer uma grande quantidade e variedade de produtos que foram rejeitados por falta de interesse ou conhecimento.

Durante a linha de produção vários animais são descartados porque não estão no padrão comercial, gerando resíduos, também há grande percentual de resíduos gerados na filetagem. A porcentagem total de resíduos gerados na linha de produção é alta e significa prejuízo para o produtor e para a unidade de beneficiamento.

Os resíduos gerados, com a cadeia produtiva da piscicultura constituem uma diversidade de matéria prima de qualidade que pode ser transformada em produtos agregando valor econômico considerável a produção.

Segundo Marchi (1997), o CMS (Carne mecanicamente separada) é um subproduto promissor e apresenta uma grande variedade de produtos que podem ser comercializados (fishburger, salsicha, empanado e enlatado, nuggets).

Com a cabeça do peixe é possível o desenvolvimento de caldos (Stevanato et al., 2007) e com a carcaça ou carcaça com cabeça a produção da farinha de peixe para consumo humano (Souza et al., 2008, Godoy et al., 2010) ou sua inclusão em diversos produtos alimentícios (Justen et al., 2011).

Além destes produtos alimentícios para consumo humano, há a possibilidade de elaboração de silagem, farinha e óleo de peixe para ração, compostagem para adubação de solos.

A pele do peixe é outro resíduo da filetagem bastante significativo, uma vez que representa de 4,5 a 10% do peso corporal do peixe (Souza, 2004). Esse percentual está em função do método de filetagem, destreza do filetador, espécie de peixe entre outros (Macedo-Viegas & Souza, 2004). A pele pode ser beneficiada sendo transformada em gelatina (Giménez et al., 2004), torresmo ou couro (Souza, 2004).

1.3 *Pseudoplatystoma sp*

O gênero *Pseudoplatystoma* inclui vários peixes da família Pimelodidae, ordem Siluriforme. São conhecidos como “surubins” e pode ser encontrado nas principais bacias hidrográficas sul americanas (Romagosa et al., 2003).

Segundo Welcomme (1985) e Petrere (1995), até pouco tempo atrás, pensava-se que esse gênero era constituído apenas pelas espécies: *P. corruscans* (pintado) da bacia do Prata e São Francisco, *P. fasciatum* (cachara) da bacia do Prata e Amazônica e *P.*

tigrinum (caparari), da bacia Amazônica. Entretanto, Buitrago-Suárez & Burr (2007) verificaram que existem várias outras espécies, sendo elas a *P. fasciatum* (exclusivo das Guianas), *P. punctifer*, *P. orinocoense*, *P. magdaleniatum*, *P. reticulatum*, *P. tigrinum* (exclusivo da bacia do rio Amazonas) e o *P. metaense*.

Os surubins são, segundo Kubitza et al. (1998), peixes de água doce de maior valor comercial, por apresentarem uma carne branca, saborosa, com baixo teor de gordura e sem espinhas, características de carne nobre, apta para exportação. Segundo Godinho & Godinho (2003), o surubim é classificado como “peixe de primeira” por causa da ausência de espinhas, procura e bom preço de mercado.

Uma característica visual marcante dessas espécies é a pele. O *P. corruscans* (pintado), por exemplo, possui manchas escuras arredondadas (Vaz et al., 2000), já o *P. fasciatum* (cachara) possui listras verticais escuras (Castro, 1986). O híbrido dessas duas espécies possui na pele um desenho escuro em forma de ponto e vírgula.

Os peixes *Pseudoplatystoma sp* chamam muita atenção pela beleza da sua pele, e a partir desta é possível produzir couros com desenhos único, conseqüentemente produtos especiais para comercialização.

De acordo com Ribeiro & Miranda (1997), os índices zootécnicos e as características de carcaça comprovam que os surubins têm um excelente potencial para a produção comercial. Kubitza et al. (1998) relatam sobre a criação de alevinos e juvenis em sistemas de fluxo contínuo de água, enquanto Inoue et al. (2002) sobre o cultivo em viveiros. Behr (1997), em sistema com renovação contínua de água, obteve sobrevivência média das larvas de 65,6% após oito dias de cultivo.

1.4 Caracterização da pele de peixe

A pele é o tegumento externo, resistente e elástico, que envolve o corpo dos animais e que apresenta muitas funções fisiológicas (Hoinacki, 1989). Ela reflete as mudanças fisiológicas ocasionadas pelas condições climáticas, saúde, alimentação, sexo e idade (Daniels, 2002).

Considerado o maior órgão do corpo, a pele possui funções fisiológicas de grande importância. Uma das principais funções é a de regular e manter a temperatura do corpo. As demais funções são: recepção sensorial, excreção, proteção contra invasão bacteriana e outros agentes externos e ainda proteção dos órgãos internos (Souza, 2004).

A pele é constituída por duas camadas: epiderme e derme. A pele dos peixes se diferencia da pele de mamíferos, por ser coberta por delgadas epidermes, podendo ou não possuir escamas e não apresentam glândulas sebáceas (Junqueira, 1983).

A epiderme das peles dos peixes representa 1% do total da pele bruta. Ela é constituída por células epiteliais aplainadas, dispostas em subcamadas que contêm células produtoras de muco, de pigmentos (cromatóforos) e células claviformes (Figura 1).

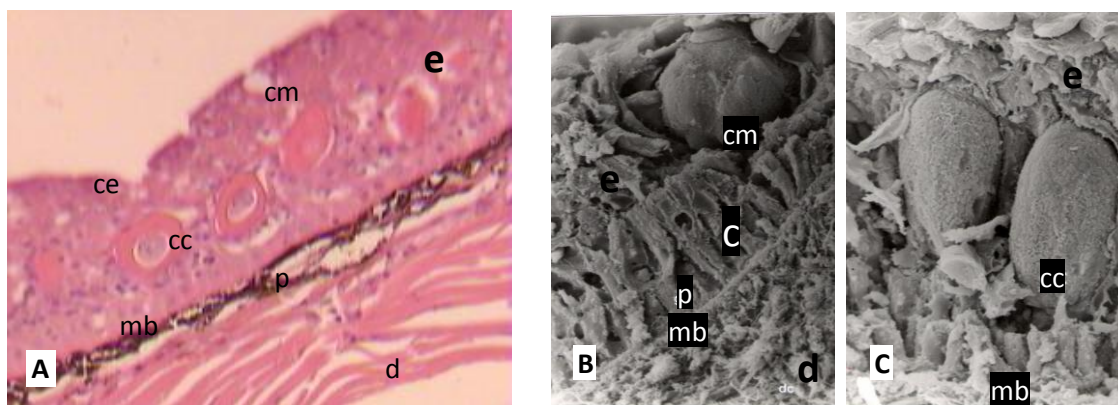


Figura 1. (A) Fotomicrografia (B) e (C) Eletromicrografia da pele de *Pseudoplatystoma sp.* Epiderme (e) com as células epiteliais (ce), células mucosas (cm), membrana basal (mb) e pigmento (p), células claviformes (cc), derme (d). Fonte: (B) e (C) Dourado et al. (1997).

Segundo Hoinacki (1989), a derme (Figura 2) é a camada mais importante para o curtidor, é a camada da pele que será transformada em couro. Ela é formada por uma camada grossa de tecido conjuntivo, possui células regeneradoras de tecido epitelial, incluindo as produtoras de escamas, vasos sanguíneos, nervos e cromatóforos (Lagler et al., 1978). É constituída também por grossos feixes de fibras colágenas, dispostos paralelamente à superfície da pele e entrelaçados por feixes perpendiculares à superfície, que em muitas espécies de peixes atravessam a espessura total da derme (Souza, 2004). Além das fibras colágenas, que são as mais importantes, existem outras como a elastina e a reticulina, que apresentam grande importância na elasticidade e resistência do couro, ou seja, da pele após curtimento.

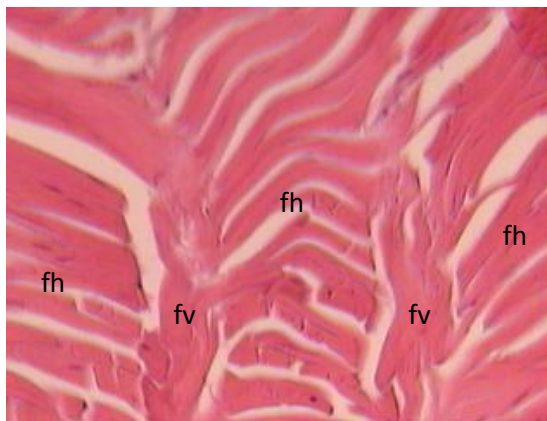


Figura 2. Fotomicrografia da derme da pele *Pseudoplatystoma sp.*, com fibras colágenas longitudinais ou horizontais (fh) e transversais ou verticais (fv) em relação à superfície da pele.

O colágeno tem como principais características a grande resistência ao rasgamento, alta capacidade de absorção de água, insolubilidade em água e solventes orgânicos, absorção de água de até 70% em peso do tecido (parcialmente depositada em forma de água hidratada ou capilar) e preservação por desidratação (BASF, 2005).

O arranjo estrutural das fibras colágenas da derme compacta, bem com a espessura desse estrato, permite que a pele possua resistência a diferentes forças de tração. Por essa razão, a pele de algumas espécies de peixes pode ser utilizada comercialmente na confecção de artefatos de couro (Souza, 2004).

A hipoderme ou tecido subcutâneo não é considerado uma camada da pele e sim um meio de união desta com os tecidos e órgãos que recobre (Hoinacki, 1989) e deve ser eliminado mecanicamente na etapa de descarte. O tecido subcutâneo está constituído por um entrelaçamento muito forte à base de fibras largas dispostas quase paralelamente à superfície da pele. Entre as fibras da hipoderme se encontram células graxas em maior ou menor quantidade, dependendo da espécie de peixe (Souza, 2004).

Souza (2004) relata que a pele apresenta um desenho característico de cada espécie animal, este desenho é conhecido como “desenho de flor”. Em peixes de escamas, este desenho é caracterizado pelas lamélulas de proteção e inserção as escamas, enquanto nos peixes de couro é formado pela pigmentação natural de cada espécie. O desenho de flor da pele do *Pseudoplatystoma sp* apresenta cor escura na parte dorsal do animal com pigmentação mais escura em forma de ponto e vírgula (Figura 3).



Figura 3. Desenho de flor da pele de *Pseudoplatystoma sp.*

1.5 Qualidade do couro

A espécie do peixe, idade, peso, sentido da pele, método de conservação e a técnica de curtimento interferem na qualidade final do couro.

Segundo Souza (2004), a espécie do peixe interfere na qualidade do couro pela arquitetura histológica, uma vez que a disposição, orientação e composição das fibras colágenas definem a resistência do couro. A quantidade de hidroxiprolina presente no colágeno é diferente entre as espécies e interfere na temperatura de retração da pele. Com isso há a desnaturação da proteína. Segundo Pasos (2002) em peixes de águas quentes a temperatura de retração do colágeno é maior do que em peixes de águas frias. A idade e o peso do peixe estão ligados diretamente à espessura da pele. Já a conservação tem grande importância na qualidade final do couro, uma vez que se for realizada de maneira inadequada os couros serão fracos, com baixa qualidade de resistência.

Se o processamento for realizado de maneira correta, o couro obtido será macio e resistente.

1.6 Abate e esfolia

O método mais utilizado para abater peixes é o choque térmico (imersão em água:gelo, 1:1, durante pelo menos 20 minutos) (Macedo-Viegas & Souza, 2004). Depois os peixes devem ser lavados, eviscerados, decapitados, novamente lavados, retirada a pele e removidos os filés (Souza, 2004).

Esfola é a retirada da pele do animal, que deve ser feita com atenção e cuidado para não danificar, evitando a realização de furos, rasgos ou cortes indesejados. Deve ser realizada uma boa linha de corte para a remoção perfeita da pele do peixe, proporcionando uma melhor área de aproveitamento da mesma (Souza, 2004).

Se a pele for destinada ao curtimento, deve-se dar muita atenção a ela, porque segundo Souza (2004), para uma boa conservação, são necessários cuidados para a mínima contaminação durante o abate, esfola e transporte ao local de conservação e processamento. É recomendável que após a esfola, as peles sejam lavadas com água fria, escorridas e conservadas rapidamente.

1.7 Conservação

Segundo Hoinacki (1989), as peles, uma vez removidas do animal, pelo seu teor de água e transformações *post-mortem*, estão sujeitas a deterioração.

O processo de conservação tem como objetivo interromper todas as causas que favorecem a decomposição da pele, mantendo-as da melhor maneira possível até o momento do processamento.

Os processos de conservação são, na maioria, baseados na desidratação das peles, impedindo o desenvolvimento de bactérias e autólise da pele. Todavia, existem métodos que não impedem o desenvolvimento bacteriano e sim cria condições que impedem a proliferação das mesmas (Hoinacki, 1994).

Os métodos de conservação mais utilizados para peles de peixes são a salmouragem e salga, salga a seco e congelamento.

1.8 Processamento de peles

Couro

Couro é a matéria-prima obtida após o curtimento da pele, ou seja, após serem adicionados agentes curtentes a pele.

Segundo Campos (2003), sabe-se que o couro é o único material conhecido que absorve até 75% de umidade da pele, mantendo o tato seco, sendo considerado o melhor material para ficar em contato com a pele humana.

O couro é um produto natural, com particularidades decorrentes das condições da criação dos animais e o processo de industrialização dos mesmos (Aquim et al., 2004).

Tecnologia do processamento

Segundo Bienkiewicz (1983), o objetivo de transformar a pele em couro é por um lado, preservar as propriedades originais como resistência à tração, viscoelasticidade e abrasão, e, por outro, eliminar problemas, tais como a facilidade de decomposição e rigidez ao secar, e, ainda, acrescentar outras vantagens, como a resistência térmica e permeabilidade aos gases.

O setor de couros é um dos que apresenta maior abertura ao comércio exterior, gerando emprego, renda e divisas significativas para o Brasil (Jacinto & Pereira, 2011).

O couro de peixe é um produto exótico, nobre, de alta qualidade e resistência que pode ser aplicado na produção de jaquetas, coletes, bolsas, sapatos, carteiras, pulseira de relógio, objetos de decoração e outros.

Para a obtenção do couro, a pele deve ser submetida ao processo de curtimento que possui várias etapas, nas quais as características químicas da pele são alteradas de acordo com que se deseja no produto final.

Segundo Souza (2004), Franco (2011) o processamento exige três operações e cada uma delas possui uma série de etapas, sendo:

Operação de ribeira – remolho, descarne, caleiro, desencalagem, purga e desengraxa.

Operação de curtimento – piquel e curtimento.

Operação de acabamento – neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe, secagem, amaciamento e acabamento.

1.8.1 Operação de ribeira

Na operação de ribeira, são removidas epiderme, hipoderme e material interfibrilar, conforme o grau de flexibilidade e elasticidade desejado no produto acabado. A derme é preparada para o curtimento, através de intumescimento e abertura da estrutura fibrosa, para facilitar a penetração e a fixação dos curtentes.

Remolho

A função do remolho é a adição de água às peles no menor espaço de tempo possível, limpar as peles, eliminando o sangue e as impurezas aderidas à superfície, extrair as proteínas não fibrosas e materiais interfibrilares, bem como facilitar a realização do descarne.

Descarne

O descarne tem como finalidade eliminar os materiais que estão aderidos a carne, ou seja, remover a hipoderme ou tecido subcutâneo da pele (Souza, 2004). O descarne pode ser realizado manualmente, com auxílio de uma colher, espátula ou na descarnadeira (equipamento para remoção da parte carnal das peles).

Caleiro

Na etapa de caleiro devem ser removidos proteínas não fibrosas e material interfibrilar, para facilitar a abertura e intumescimento da estrutura fibrosa. A permanência destas substâncias na pele restringiria a movimentação das fibras, proporcionando um couro mais encartonado e duro. Para que tal fato não ocorra, há necessidade de maior desdobramento da estrutura fibrosa.

Desencalagem

Na desencalagem, são removidas as substâncias alcalinas, tanto as que se encontram depositadas na superfície da pele como as quimicamente combinadas. Entretanto, as substâncias combinadas somente podem ser removidas com utilização de agentes químicos, tais como sais e ácidos fracos ou agentes específicos para couro (Hoinacki, 1994).

Purga

A purga tem como finalidade a utilização de enzimas proteolíticas, provenientes de diferentes fontes (purgas pancreáticas produzidas a partir de pâncreas de bovinos; produtos vegetais e purgas elaboradas com enzimas de mofos). Essa etapa visa hidrólise dos materiais indesejado agindo para maior limpeza da estrutura fibrosa (Hoinacki, 1989).

Desengraxe

Durante o processamento, devem-se remover as gorduras naturais da pele, caso contrário, as reações químicas serão dificultadas, pelo fato da gordura não ser miscível à água. As gorduras que fazem parte da pele envolvem as fibras, impedindo a penetração dos produtos químicos em solução aquosa (Souza, 2003).

*1.8.2 Operação de curtimento***Piquel**

O piquel se destina a preparar as fibras colágenas para uma fácil penetração dos agentes curtentes e também na conservação da matéria-prima. De acordo com Hoinacki (1989), o piquel é composto por uma solução salino-ácida, para acidificar as fibras

colágenas. O ácido atua sobre a proteína convertendo-a em composto ácido até se estabelecer um equilíbrio e o sal controla o grau de intumescimento da pele, impedindo que ocorra o intumescimento ácido. O cloreto de sódio não se combina com a proteína, de modo que a sua concentração permanece quase inalterada até o final do processo. O recomendado é que seja utilizado um grau de salinidade de 6 a 8 ° Bé. No piquel, ocorre a complementação da desengalgação, desidratação das peles e interrupção da atividade enzimática (Kiefer, 1994).

Curtimento das peles

Na solução de piquel, depois que as peles estão acidificadas, são adicionadas as substâncias curtentes. Com isso, segundo Hoinacki (1989) ocorre o fenômeno de reticulação, por efeito dos diferentes agentes empregados, o qual resulta no aumento da estabilidade de todo o sistema colágeno, podendo ser evidenciado pela determinação da temperatura de retração. Portanto, o curtimento consiste na transformação das peles em material estável e imputrescível, o couro.

Os principais objetivos do curtimento das peles são conferir às peles o aumento da temperatura de retração ou atividade hidrotérmica, aumento da resistência ao ataque de microrganismos e enzimas, diminuição da capacidade de intumescimento do colágeno. Além dos objetivos de maciez, elasticidade, lisura de flor, enchimento, resistência ao rasgo, entre outros (Moreira, 1994).

Os produtos utilizados no curtimento são os sais de cromo, taninos vegetais e sintéticos, glutaraldeído, alumínio; porém serão mencionados curtimentos com cromo, taninos vegetais ou sintéticos.

A química do curtimento é complexa, envolvendo inúmeras reações, cujo balanço é alcançado através do controle do pH, da temperatura, da concentração e da basicidade dos sais empregados, produzindo couros com as características desejadas, entre elas uma elevada estabilidade hidrotérmica (Hoinacki, 1989).

O curtimento com a utilização do cromo é efetuado com peles em estado piquelado, em pH 3,0, e o cromo é adicionado no mesmo banho do piquel, ou então em novo banho (porém, contendo um grau de salinidade de 6 a 8° Bé). Pode ser utilizado o Cromosal B (Bayer) na proporção de 6 a 8% sobre o peso das peles limpas (após descarte).

O curtimento ao cromo deve ser realizado em baixo valor de pH (início do processo de curtimento), em tais condições, a afinidade dos sais de cromo com a proteína é mínima, ocorrendo, portanto, primeiramente uma rápida penetração do

curtente, pela baixa reatividade dos sais de cromo com as fibras, para sua posterior fixação (Hoinacki, 1989; Moreira, 1994). Após difusão do cromo em toda a estrutura da derme, é necessária a adição de produtos que proporcionem a basificação do meio, que acarretará na fixação do curtente às fibras colágenas. Esta etapa, se bem conduzida, pode melhorar as qualidades técnicas e de apresentação do couro (Hoinacki, 1989).

Para o curtimento com tanino vegetal e/ou sintético, o pH das peles deve estar em torno de 4,0 para melhor penetração e ação dos agentes curtentes com as fibras colágenas (Franco, 2011). Segundo Franco (2011), deve-se utilizar em média 12% de taninos.

1.8.3 Operação de acabamento

Neutralização

A neutralização tem como finalidade eliminar ácidos livres existentes no couro curtido ou formados durante o armazenamento, por meio de produtos auxiliares suaves sem prejuízo das fibras do couro e da flor. Na neutralização ou desacidificação, deve-se elevar o pH do couro de 3,8 a 4,2 para 5,0 a 5,6 (Souza, 2004). Os produtos mais comuns são o bicarbonato de sódio, o formiato de sódio e acetato de sódio, porém existem produtos específicos para fazer a neutralização dos couros. Normalmente são utilizados de 1% a 1,5% de produto, devendo ficar atento ao pH final (5,0 a 5,6) dessa etapa.

Recurtimento

O recurtimento é realizado para dar características finais e diferentes ao couro. Com a ação de novos agentes curtentes ocorre uma complementação do curtimento, proporcionando maior maciez ao couro ou um couro mais encartonado (mais armado ou endurecido), caso seja desejado, ou mais encorpado (cheio ou grosso) (Souza, 2004).

Tingimento

O tingimento é considerado uma etapa muito delicada. Na etapa de tingimento são utilizadas substâncias corantes, que devem apresentar a característica de se fixar à fibra a ser tingida, obtendo-se um tingimento o mais homogêneo possível.

Engraxe

O engraxe é considerada uma etapa muito importante no processamento, porque as características físico-mecânicas do couro são modificadas, aumentando a resistência ao rasgamento a tração, a maciez e a elasticidade. De acordo com Gutterres (2001), o engraxe é composto de uma emulsão à base de óleos especiais (naturais e sintéticos em

dispersões aquosas) que revestem as superfícies das fibras e fibrilas, proporcionando o deslizamento e mobilidade destas, após a secagem. Em consequência desse efeito lubrificante dos óleos, o atrito entre as fibras e fibrilas individuais diminui e proporciona ao couro a maciez, a flexibilidade e toque suave.

Para couros curtidos e recurtidos com taninos, maiores cuidados devem ser tomado quanto à temperatura do banho de engraxe, devendo ser de 50°C e, no máximo 55°C (Souza, 2004).

Após a absorção dos óleos, deve-se executar a fixação destes por meio da utilização de ácido fraco (exemplo, o ácido fórmico), independente se o recurtimento tenha sido realizado com sais de cromo ou taninos vegetais e/ou sintéticos. Deve-se utilizar 1% de ácido fórmico diluído (1:10) e parcelado em 3 vezes de 10 a 15 minutos cada aplicação. Após fixar, deixar o couro movimentando no fulão por mais 30 minutos, enxaguar e secar.

Secagem

A secagem tem como finalidade reduzir o teor de água do couro. Porém, o couro deve manter certa umidade para proporcionar as características de elasticidade, flexibilidade, maciez e toque.

Amaciamento

O trabalho mecânico de amaciamento pode ser reduzido ao máximo, por meio de ajustes nas etapas que o antecedem, tais como as etapas da ribeira, curtimento, recurtimento, engraxe e secagem. O trabalho pode ser executado em fulão com bolas de borracha, trabalhando a seco.

Prensagem

Os couros devem ser estirados, podendo ser realizado com ferro elétrico comum com temperatura semelhante à utilizada para tecido de algodão, para couros curtidos ao cromo. Para couros curtidos com taninos vegetais e/ou sintéticos, a temperatura deve ser inferior.

Acabamento final

Esta etapa confere ao couro aspectos definitivos. O acabamento poderá melhorar o brilho, o toque e certas características físico-mecânicas, tais como: impermeabilidade à água, resistência à fricção, resistência ao rasgamento, solidez à luz, entre outras.

No acabamento, são aplicadas ao couro camadas sucessivas de misturas à base de ligantes e pigmentos. Primeiro deve ser aplicado um selador na superfície do couro

(pré-fundo e fundo – uniformiza a absorção dos produtos) e depois uma camada de lustro (aplica-se laca para dar brilho ao couro).

Tratamento mecânico

Os tratamentos mecânicos dependem do tipo de acabamento aplicado. Quando utilizadas resinas e lacas, pode ser usada a prensagem com placas aquecidas, conhecida como prensa hidráulica. Com esse equipamento se controla a temperatura e pressão a ser exercida sobre o couro após a aplicação do filme de acabamento, para realçar o brilho.

Após todo esse processo, o couro está pronto para ser comercializado por unidade ou na forma de mantas (união dos couros). Após a confecção das mantas, podem-se fazer bolsas, carteiras, cintos entre outros produtos. Para calçados podem ser utilizados os couros inteiros sem costura, aplicando técnicas especiais de colagem pela indústria de calçados.

Referências

- AQUIM, P.M.; GUTTERRES, M.; PRIEBE, G.P.S. et al. **Balanco de massa nos processos de ribeira e curtimento**. Congresso FLATIQ. Buenos Aires, 2004.
- BASF. **Vademécum do curtidor**. Ludwigshafen, 2005. 441p.
- BEHR, E.R. **Efeitos de diferentes dietas sobre a sobrevivência e crescimento das larvas de *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Pisces: Pimelodidae)**. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.
- BIENKIEWICZ, K.J., **Physical Chemistry of Leather Making**. R.E. Krieger Publishing Co, Florida. 1983.
- BUITRAGO-SUÁREZ U.A.; BURR B.M. Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. **Zootaxa**, v.1512, p.1-38, 2007.
- CAMPOS, F.H. **A indústria de curtimento de couro de em Presidente Prudente: a relação sociedade-natureza em questão**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. 2003.
- CASTRO, D. Los bagres de la subfamilia Sorubiminae de la Orinoquia y Amazonas Colombiana (Siluriformes: Pimelodidae). **Boletín Ecotrópica**, Bogotá, n. 13, p. 1-14, 1986.
- DANIELS, R. **Raw material and preservation**. World Leather, part 2, p.52. 2002.
- DOURADO, D.M.; SOUZA, M.L.R.; LEMES DOS SANTOS, H.S. et al. Epidermis ultrastructure of two species of freshwater teleost fish. **Acta Microscopica**, 1997.
- EYO, A.A. Carcass composition and filleting yield of ten species from Kainji Lake, Proceedings of the FAO expert consultation on fish technology in Africa. **FAO Fish. Rep.**, Stockholm, v. 467, suppl., p. 173-175, 1993.
- FRANCO, M.L.R.S. Transformação da pele do peixe em couro. In: GONÇALVES, A.A (Ed.). **Tecnologia do Pescado: ciência, Tecnologia, Inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu. 2011. p.407-425.
- GIMÉNEZ, B. et al. Storage of dried fish skins on quality characteristics of extractes gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.958-963, 2004.
- GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. **Breve visão do São Francisco. Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p.15-24.
- GODOY, L.C.; FRANCO, M.L.R.S.; FRANCO, N.P. et al. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(Supl.1): 86-89, maio 2010.
- 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, 15, 2001. Salvador. **Anais...** 1:108-119.
- HOINACKI, E. (1989). **Peles e couros: origens, defeitos, industrialização**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: CFP de Artes Gráficas “Henrique d’Ávila Bertaso”, 319 p.
- HOINACKI, E. Desencalagem. In: HOINACKI, E; MOREIRA, M.V.; KIEFER, C.G. (Eds). **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre.SENAI: 273-286. 1994.
- INOUE, L.; CECCARELLI, P.S. SENHORINI, J.A. A larvicultura e a alevinagem do Pintado e do Cachara. **Panor Aquicult**, v.74, p.13-21, 2002.
- JACINTO, M.A.C.; PEREIRA, M.A. Indústria do couro: programa de qualidade e estratificação de mercado com base em características do couro. In: SIMPÓSIO DE

- PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE - SIMCORTE 4., 2004. Viçosa. **Anais...Viçosa: UFV, 2004, p.75-92.**
- JUNQUEIRA, L.C.U.; JOAZEIRO, P.P.; MONTES, G.S. et al. É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? **Tecnicouro**, v.5, n.5, p.4-6, 1983.
- JUSTEN, A.P.; FRANCO, M.L.R.S.; MONTEIRO, A.R.G. et al. Inclusión de harina de pescado en snacks. **Infopesca Internacional**, n.47. p.35-38, 2011.
- KIEFER, C.G. Curtimento vegetal. In: HOINACKI, E. et al. (Ed.). **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre: SENAI, 1994. cap. 18, p. 357-382.
- KUBITZA, F. et al. Produção intensiva de surubins no projeto Pacu. Ltda e Água Peixe Ltda. In: AQUICULTURA BRASIL 98. 1998. Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998.
- LANGLER, K.F. et al. **Ichthyology**, p.104-128, 1978.
- MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Editora Tecart. 2004.
- MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação de pescado produzido em piscicultura. In: José Eurico Possebon Cyrino; Elisabeth Criscuolo Urbinatti; Débora Machado Fracalossi; Newton Castagnolli. (Org.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce**. São Paulo: TecArt, v. 1, p. 405-480. 2004.
- MARCHI, J.F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surumi produzidos a partir de tilápia Nilótica. *Oreochromis niloticus* L.** 1997, 85f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 1997.
- MESCHKAT, A. **Aquicultura e pesca em águas interiores no Brasil**, 1975.
- MOREIRA, M.V. Curtimento mineral. In: HOINACKI, E; MOREIRA, M.V.; KIEFER, C.G. (Eds). **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre.SENAI: 323-355. 1994.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>> Acesso em: maio de 2011.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura [2010]. **Produção pesqueira e aquícola. Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estatisticos%20final%20curvas%20-%20completo.pdf>> Acesso: maio de 2011.
- OLIVEIRA, R.C. O panorama a aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, vol.2, nº1, fev, 2009.
- PASOS, L.A.P. [2002]. **Piel de pescado**. Disponível em: <<http://www.cueronet.com/exoticas/pescado.htm>> Acesso em: jul. 2011.
- PETREIRE, M. A pesca de água doce no Brasil. **Ciênc Hoje**, v.19, p.28-33, 1995.
- RIBEIRO, L.P.; MIRANDA, M.O.T. Rendimento de processamento do surubim *Pseudoplatystoma coruscans*. Miranda MOT (Ed.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, 1997.
- ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; ANDRADE-TALMELLI, E.F. et al. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei, siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. **Bol Inst Pesca**, v.29, p.151-159, 2003.

- SOUZA, M.L.R. et al. Composição centesimal, minerais e ácidos graxos em farinha de carcaça de tilápia aromatizada com inclusão de linhaça. 2008. **Anais...** Aquaciência. Maringá, 2008.
- SOUZA, M.L.R. **Processamento do filé e da pele da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): Aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e testes de resistência da pele curtida.** 2003. 169f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- SOUZA, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe.** Maringá: Eduem, 59 p. (Coleção Fundamentum; 11). 2004.
- SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.
- STEVANATO, F.B. et al. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápias na forma de sopa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.567-571, 2007.
- STORI, F.T. **Avaliação dos resíduos da industrialização do pescado em Itajaí e Navegantes como subsidio à implementação de um sistema gerencial de bolsa de resíduos.** 2000. 145f. Monografia (Oceanografia) Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí. 2000.
- VAZ, M.M. et al. (Org.). **Guia Ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande.** Belo Horizonte: Cemig/Cetec, 2000. 114p.
- Welcomme Rl. **River fisheries.** Roma: FAO, 1985. 330p.

II. OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características gerais da pele e couro de *Pseudoplatystoma sp*, através de análise histológica, físico-química e mecânica.

Caracterizar morfológicamente a pele do *Pseudoplatystoma sp*, através da microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura.

Avaliar as características de resistência dos couros de *Pseudoplatystoma sp*, submetidos as diferentes técnicas de processamento.

III. CARACTERIZAÇÃO DA PELE DO *Pseudoplatystoma sp*: MORFOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, HIDROXIPROLINA E A RESISTÊNCIA DO COURO

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização da pele *Pseudoplatystoma sp* através da morfologia, composição química, hidroxiprolina e testes de resistência do couro. Pode-se observar a epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é constituída de células epiteliais e intercalada por volumosas células claviformes e poucas células mucosas. A derme, constituída por tecido conjuntivo e dividida em camada superficial e compacta, formada por fibras colágenas. Foi observada grande quantidade de colágeno I e pouco colágeno III. Também foram observadas células adiposas no corte da região caudal e no corte do orifício da linha lateral (nas regiões da linha lateral e caudal transversal). A pele apresentou 60,98% de umidade, 33,49% de proteína bruta, 1,67% de extrato etéreo, 0,21% de cinzas e 2,72% de hidroxiprolina. Os couros possuem elevada resistência média à tração (27,47 N/mm²), rasgamento progressivo (90,66 N/mm) e elasticidade (69,10%). O couro de surubim após processamento apresenta um desenho de flor típico da espécie, com resistência para aplicação na indústria coureira, em função da arquitetura histológica de suas fibras colágenas, alto teor de hidroxiprolina e proteína bruta comparada a muitas espécies de peles de peixes.

Palavras-chave: couro, histologia, resistência, surubim

CHARACTERISTICS OF SKIN OF *Pseudoplatystoma sp*: MORPHOLOGY, CHEMICAL COMPOSITION, HYDROXYPROLINE AND RESISTANCE OF THE LEATHER

ABSTRACT - The objective of this study was to characterize the skins of *Pseudoplatystoma sp* by morphology, chemical composition, hydroxyproline and resistance tests of leather. There was observed the epidermis, dermis and hypodermis. The epidermis consists of epithelial cells and intercalated for massive claviform cells and few mucous cells. The dermis consists of connective tissue and divided into superficial and compact layers, composed for collagen fibers. It was observed higher amounts of collagen I and few collagen III. Fat cells were also observed in the caudal region and the hole of lateral line (in the regions of the lateral line and caudal transverse). The skin showed 60.98% of moisture, 33.49% of protein, 1.67% of ether extract, 0.21% of ash and 2.72% of hydroxyproline. The leathers have high resistance to traction (27.47 N/mm²), progressive tearing (90.66 N/mm) and elasticity (69.10%). The surubim's leather after tanning presents a design of flowers typical of the specie, with resistance for application in leather industry, according to the histological architecture of the collagen fibers, high hydroxyproline and protein compared to many species of fish skins.

Keywords: histology, leather, resistance, surubim

Introdução

Os surubins são peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, família Pimelodidae, ordem Siluriforme. Estes podem ser encontrados nas principais bacias hidrográficas sul americanas (Romagosa et al., 2003). Segundo Britski et al. (1999), a característica peculiar da espécie é a presença de cabeça longa e achatada..

Atualmente, a criação de peixes surubins tem crescido muito, principalmente em algumas regiões do país. A espécie está voltada para a produção de carne, especialmente na forma de filés. Entretanto, nesse tipo de exploração, são gerados resíduos de interesse para a comercialização, dentre eles, a pele, que pode ser aproveitada pelo processo de curtimento.

Uma característica visual marcante desses peixes é a pele espessa, com desenhos únicos, como por exemplo, o *Pseudoplatystoma corruscans* (pintado) possui manchas escuras arredondadas, o *Pseudoplatystoma fasciatum* (cachara) possui listras verticais escuras, enquanto o híbrido dessas duas espécies possui na pele um desenho escuro em forma de ponto e vírgula.

A pele de peixe é considerada um resíduo do processamento tornando um problema para o produtor ou para o frigorífico, por representar, em média, 7,5% do peso dos peixes teleósteos (Contreras-Guzmán, 1994).

A elaboração do couro a partir das peles retiradas na filetagem representa uma alternativa de renda servindo de matéria-prima para a fabricação de carteiras, bolsas, sapatos, entre outros produtos.

A estrutura da pele varia entre as diferentes espécies de peixes, sendo basicamente constituída por duas camadas: uma camada mais superficial (epiderme) e uma camada mais interna (derme) (Hertwing et al., 1992; Fishelson, 1996).

A epiderme é constituída por um epitélio estratificado, que tem origem na ectoderme e é separada da derme por uma membrana basal. É dividida em três subcamadas: a germinativa, camadas intermediárias e camadas superficiais (Whitear & Mittal, 1986; Singh & Mittal, 1990).

Segundo Ingran (1980), Mittal & Banerjee (1980), Whitear (1986) & Mittal et al. (1994), a epiderme possui as seguintes funções: atuar como barreira protetora impedindo a invasão ao organismo por patógenos; regular a permeabilidade para fluídos e íons; reduzir o atrito do corpo com a água, facilitando os movimentos do animal e

proteger a superfície corporal da abrasão mecânica. Essas duas últimas funções estão relacionadas principalmente a produção de muco pelas células mucosas.

Abaixo da epiderme se encontra a derme, a qual é constituída por tecido conjuntivo repleto de fibras colágenas. A camada superficial da derme é formada por tecido conjuntivo frouxo, enquanto a camada interna é formada por tecido conjuntivo compacto (Kelly et al., 1988; Dourado et al., 1996; Souza et al., 1997).

A resistência do couro de peixe se dá pela organização da derme, pelas várias orientações das fibras colágenas. As fibras podem estar dispostas em camadas sobrepostas e intercaladas por camadas com orientação contrária das fibras, de forma que as camadas de fibras ficam cruzadas. Para a amarração das fibras colágenas, em muitas peles de peixes são encontradas fibras perpendiculares em relação à espessura da derme (Junqueira et al., 1983; Souza et al., 1995; Dourado et al., 1996; Machado, 2001; Almeida, 1998). E esse entrelaçamento permite a maior resistência ao couro, após o curtimento.

Segundo Hibiya (1982) e Fishelson (1996), na pele de algumas espécies podem ser encontrados ainda órgãos acessórios, como receptores sensoriais, glândula mucosa, glândula de veneno e também órgãos sensoriais. Pode ser encontrada também, principalmente nos peixes de couro, uma camada que reveste a pele de muco, com a função de proteger (Ingran, 1980).

Segundo Larezzi (1988), a pele dos peixes é um produto nobre e de alta qualidade, que tem a resistência como característica. Segundo Adeodato (1995), a pele dos peixes possui maior resistência do que a pele bovina, na mesma espessura. Isso se dá pela disposição e entrelaçamento das fibras colágenas.

Deve-se considerar a espécie do peixe, tamanho e qualidade da pele para que esta seja aproveitada pela indústria, uma vez que existem muitas diferenças entre as várias espécies (escamas ou couro), as quais necessitam de diferentes técnicas. Para tanto, é necessário o estudo histológico da pele, principalmente da arquitetura das fibras colágenas, pois, segundo Hoinack (1989), estas fibras são estruturas básicas que reagem com o curtente, transformando a pele em couro macio, elástico e resistente.

A pele é composta por feixes de fibras colágenas e estas, por sua vez, são formadas pela combinação de aminoácidos. A pele apresenta elevado teor dos aminoácidos: prolina, hidroxiprolina e principalmente de glicina e baixo teor de aminoácidos aromáticos. O colágeno de diferentes espécies diferem na sequência de aminoácidos, sendo que, a maior parte contém ao redor de 35% de glicina, 12% de

prolina e 9% de hidroxiprolina e outros distribuídos em 17 aminoácidos diferentes (Shreve & Brink Jr, 1980; Hoinacki, 1989). A hidroxiprolina, raramente se encontra em proteínas distintas do colágeno. A quantidade de hidroxiprolina, no colágeno das peles de peixes, difere entre as espécies, interferindo na temperatura de retração ou encolhimento da pele de forma a ocorrer a ruptura dos enlaces de hidrogênio da cadeia de colágeno de forma irreversível. Com isso, se dá a desnaturação proteica e, particularmente no colágeno, é verificada a gelatinização, que morfológicamente se manifesta por uma forte contração das fibras no sentido longitudinal tornando as fibras transparentes e elásticas (Pasos, 2002). O colágeno bovino sofre desnaturação a 40°C, enquanto em peixes marinhos que vivem em águas frias é cerca de 15-17°C (Engel, 1987). Portanto, torna-se interessante conhecer o teor de hidroxiprolina nas peles do surubim na tentativa de correlacionar com a resistência do couro.

O objetivo do trabalho foi avaliar o teor de hidroxiprolina, composição química e a morfologia da pele e após o curtimento a resistência do couro.

Material e Métodos

Para análise da morfologia da pele foram utilizados quatro exemplares de *Pseudoplatystoma sp*, pesando em torno de 1,2 kg, provenientes da Piscicultura Mar e Terra, em Itaporã-MS.

Amostras de 0,5 x 0,5 cm de pele foram retiradas das regiões dorsal, ventral, caudal e linha lateral e nos sentidos longitudinal e transversal, do peixe *in vivo*, fixadas em formol tamponado a 10%. Após a fixação por no mínimo 24 horas as amostras de pele foram submetidas a processamento histológico rotineiro, incluídas em parafina e cortadas em micrótomo rotativo (Mícron) com aproximadamente 5µm de espessura. Os cortes histológicos foram corados pela coloração de hematoxilina-eosina (HE) (Luna, 1968) e pelo picrosírius-hematoxilina (PH) (Junqueira et al., 1979) e amostras capturadas em microscópio de polarização.

A análise das lâminas foi realizada por digitalização de imagens por meio de um programa específico de captura de imagens – IMAGELAB por meio de câmera de vídeo Samsung®, acoplada ao microscópio Bioval L2000C, equipamento localizado no Laboratório de Toxinologia e Plantas Medicinais da Universidade Anhanguera-Uniderp, Campo Grande/MS.

Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram coletadas quatro amostras de pele da região dorsal do corpo do *Pseudoplatystoma sp.* Estas foram fixadas em glutaraldeído tamponado 10% e pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1%, por 2 horas. Em seguida as amostras foram lavadas em tampão fosfato, desidratadas em etanol e secas em ponto crítico com CO₂. Os espécimes foram metalizados com íons de ouro-paládio e elétrons-micrografados com o JEOL-JSM 5410.

A hidroxiprolina é quantitativamente determinada através da hidrólise da amostra de gelatina com solução de ácido clorídrico com constante ebulição sob refluxo, sendo posteriormente filtrada e diluída. A hidroxiprolina é oxidada com peróxido de hidrogênio e a coloração rósea que se desenvolve na solução após a adição de 4-dimetilaminobenzaldeído é medida espectrofotometricamente. Para quantificar a hidroxiprolina contida na pele do *Pseudoplatystoma sp* foi utilizada a metodologia, segundo ISO (1978).

As análises de composição centesimal (umidade, proteína bruta e cinzas) foram realizadas de acordo com a metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1997) e extrato etéreo pelo método de Soxhlet (Silva & Queiroz, 2002).

O processo de curtimento das peles foi realizado no Laboratório de Processamento de Peles de Peixes e demais Espécies de Pequeno e Médio Porte, da Universidade Estadual de Maringá, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI). Foram utilizados 3 kg de peles de *Pseudoplatystoma sp.*

As peles foram retiradas dos filés com o auxílio de uma faca, após abate dos peixes e submetidas ao congelamento (-18°C) até o momento do curtimento.

Para o processo de curtimento as peles foram submetidas a uma série de etapas de acordo com Hoinacki (1989), Souza (2004) e Franco (2011). As etapas foram o remolho, descarte, caleiro, desencalagem, desengraxe, purga, piquel, curtimento (10% de sais de cromo), neutralização, recurtimento (diversos), engraxe (8% a 16% de óleos), secagem e amaciamento.

Após o processamento das peles, foram utilizados 200 couros de surubim para obtenção dos corpos de prova. Os corpos de prova foram retirados do couro (ABNT, 2005a) com auxílio de um balancim e em seguida foram levados para um ambiente climatizado em torno de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$, por 48h conforme (ABNT, 2006). Foram determinadas as medidas de espessura de cada amostra (ABNT, 2005b) para os cálculos de resistência à tração e alongamento (ABNT, 1997) e ao rasgamento progressivo (ABNT, 2005c).

Para os testes de resistência foi utilizado o dinamômetro da marca EMIC, com velocidade de afastamento entre as cargas de 100 ± 20 mm/min.⁻¹. Foi utilizada uma célula de carga de 200 kgf. A calibração foi realizada pela Emic-Dcame, laboratório de calibração credenciado pela Cgcre/Inmetro sob nº 197.

Foi utilizada a média dos parâmetros de resistência dos trabalhos realizados com o *Pseudoplatystoma sp.* Foi realizada uma análise descritiva dos resultados para as características avaliadas para fazer uma comparação com a morfologia analisada.

Resultados e Discussão

Através da análise histológica, pode-se observar que a pele do *Pseudoplatystoma sp* é formada por epiderme e derme (Figura 1), como em outros peixes teleósteos, como relatado por Souza et al. (2006) ao descreverem a pele da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*). Através da microscopia eletrônica de varredura, observou-se na Figura 2B a epiderme, derme e também a hipoderme. Dados semelhantes foram vistos por Uzeika (1999) analisando a pele do pintado coletado nos rios da Bacia do Rio Paraguai-MS, constatando que a pele apresenta células organizadas em dois estratos: epiderme e derme.

Segundo Contreras-Gusmán (1994), a pele dos peixes apresentam a epiderme (externa) e a derme (interna), sendo a primeira constituída por tecido epitelial estratificado pavimentoso, dispostas em camadas que contêm células de suporte (queratinócitos), produtoras de muco e de pigmentos e a segunda camada é formada por uma espessa camada de tecido conjuntivo.

A epiderme das peles de *Pseudoplatystoma sp* se apresentou constituída por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado, dividido em três estratos: o estrato germinativo ou basal; estrato intermédio formado de aproximadamente várias (três a cinco) camadas de células epiteliais poligonais com uma a duas fileiras de células claviformes, e o estrato superficial constituído por duas a três camadas de células pavimentosas (Figura 1). Segundo Farias (1991), a epiderme consiste em um epitélio estratificado não queratinizado, cujo número de estratos varia de acordo com a região do corpo e a espécie considerada.

Segundo Uzeika (1999) ao analisar a epiderme de *Pseudoplatystoma fasciatum* (cachara) coletado na Bacia do Rio Paraguai-MS descreveu-a de maneira semelhante, igualmente dividida em três estratos: o estrato superficial, intermédio e germinativo e

Dourado (1999), ao avaliar a pele da jurupoca e mandi coletados no Rio Aquidauana/MS, descreveu a mesma estrutura para epiderme.

Na epiderme do *Pseudoplatystoma sp*, além das células que formam a epiderme, intercaladas entre as mesmas foram vistas as células claviformes volumosas apresentando um (Figura 1) ou dois núcleos. Observou-se maior quantidade dessas células nas regiões ventral, caudal e linha lateral no sentido transversal (Figura 1C e 1D). Células claviformes são glândulas unicelulares exócrinas na epiderme de muitos peixes teleósteos e são facilmente distinguidas das demais células. Elas não apresentam abertura para fora da superfície da epiderme e posição de seu núcleo e reação negativa das células para o ácido - Schiff e são diferentes das células mucosas (Ralphs & Benjamin, 1992).

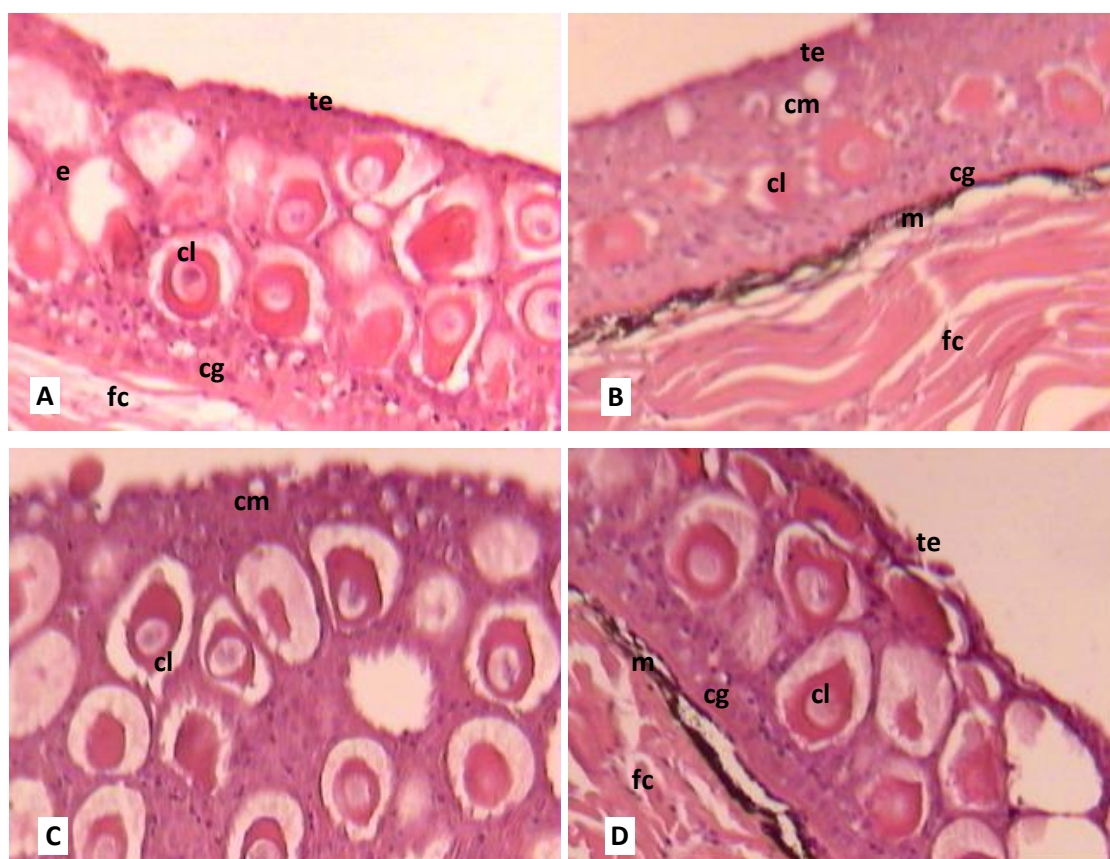


Figura 1. Fotomicrografia da pele do *Pseudoplatystoma sp* – (A) Região caudal transversal - Na epiderme (e) observa-se tecido epitelial (ep), células claviformes (cl), camada germinativa (cg) e fibras colágenas (fc) na derme. Coloração HE. Objetiva 40x. (B) Região dorsal transversal – mostrando o tecido epitelial (te), células claviformes (cl), células mucosas (cm), camada germinativa (cg), melanóforos (m) e fibras colágenas (fc) na derme. Coloração HE. Objetiva 10x. (C) Região ventral transversal – mostrando a epiderme com grande quantidade de células claviformes e poucas células mucosas. Coloração HE. (D) Região linha lateral transversal – observa-se tecido epitelial (te), células claviformes (cl), camada de melanóforos (m) entre a epiderme e

derme, camada germinativa (cg) e fibras colágenas na derme (fc). Coloração HE. Objetiva 40x.

Segundo Yokoya & Tamura (1992), em algumas espécies de anfíbios, as células claviformes podem armazenar e liberar água para prevenir a dessecação da pele. Já, Ralphs & Benjamin (1992) relataram que as células claviformes são facilmente distinguidas das células mucosas, e são secretoras de um feromônio (substância alarme) que induz a reação de fuga dos peixes. De acordo com Singh & Mittal (1990) essas células geralmente estão restritas a região interna da epiderme no estrato médio, como visto em algumas espécies de carpas, formando uma única fileira de células, segundo Souza (1997), no pintado e cachara são de duas a quatro fileiras de células. Talvez a presença em maior quantidade dessas células claviformes na região da linha lateral e ventral, seja para facilitar a transmissão de informações para os demais peixes num caso de emergência ou fuga, conforme afirma Ralphs & Benjamin (1992), por estarem localizadas numa região com grande presença de células sensitivas, próxima a linha lateral e ventral pela posição inferior facilitando a secreção da substância de alarme.

Poucas células mucosas foram encontradas na pele do *Pseudoplatystoma sp.* Estas células foram observadas nos cortes dorsal e ventral, no sentido transversal (Figura 1B e 1C), enquanto no corte caudal e linha lateral, no sentido transversal (Figura 1A e D) essas células não foram encontradas. Segundo Souza & Leme dos Santos (1995), na epiderme de pacu e tambacu, foram observados poucas células mucosas. Dourado et al. (1996) analisaram pele de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e observaram muitas células mucosas, enquanto nas regiões dorsal média e ventral, elas se apresentaram em menor quantidade. Segundo Farias (1991), as células mucosas variam entre as espécies e entre animais da mesma espécie, em função do ambiente em que vivem. As células mucosas têm como função lubrificar, proteger a epiderme contra agentes externos e comportamentais.

Abaixo da camada germinativa da epiderme, observou-se melanóforos na derme frouxa, (Figura 1B e D). De acordo com Iger et al. (1988), pode ocorrer uma multiplicação desses melanóforos na derme de peixes de águas poluídas e escuras, pela adaptação ao escuro, a turbidez da água ou um resultado do estresse.

A pele apresenta uma segunda camada abaixo da epiderme que é a derme, constituída por tecido conjuntivo e dividida em duas camadas: uma superficial ou frouxa composta por fibras colágenas finas, com cromatóforos e vasos sanguíneos e no estrato

mais profundo, a derme compacta (Figura 1B) em que estão as fibras colágenas paralelas em relação à epiderme (Figura 2). Em alguns pontos da derme podem ser observadas fibras colágenas em posição vertical ou transversal (Figura 3A). Segundo Junqueira et al. (1983), o arranjo estrutural das fibras colágenas na derme, bem como a espessura desse estrado, permite que a pele possua grande resistência às diferentes forças de tração.

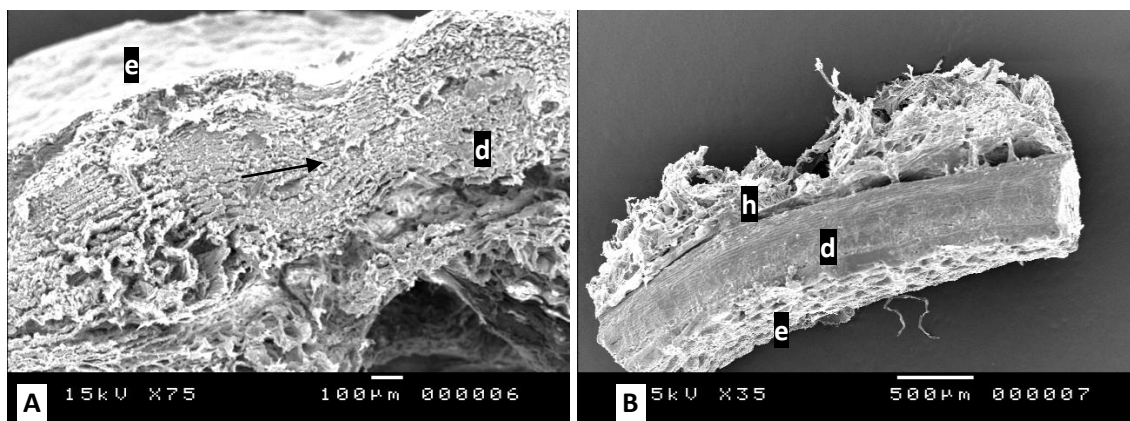


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura da derme de *Pseudoplatystoma sp* – (A) Região caudal - Camadas de fibras colágenas (seta) paralelas em relação à epiderme (e). (B) Região dorsal - observa-se a epiderme (e), derme (d) e hipoderme (h).

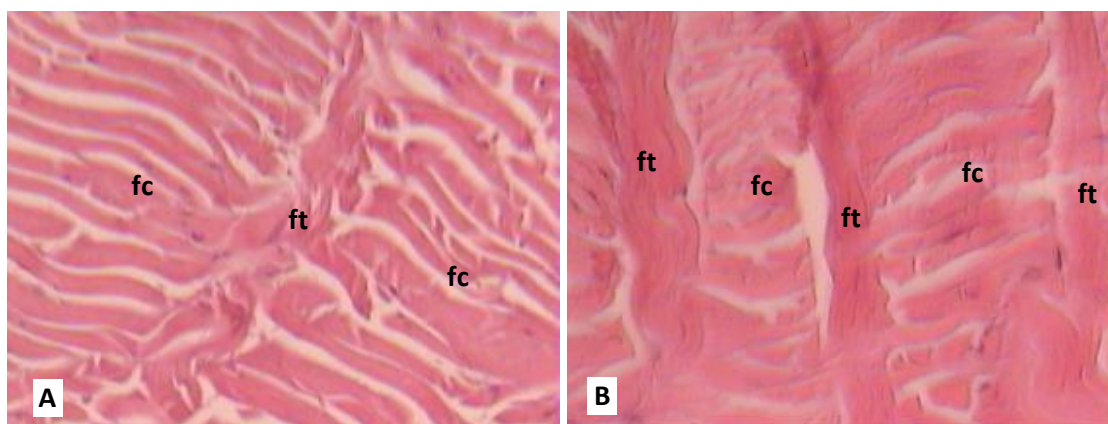


Figura 3. Fotomicrografia da pele do *Pseudoplatystoma sp* – (A) Região caudal longitudinal - observa-se o arranjo das fibras colágenas longitudinais (fc) e fibras colágenas transversais (ft) da derme (d). Coloração HE. (B) Região dorsal longitudinal – observam-se as fibras colágenas longitudinais (fc) e fibras colágenas transversais ou verticais (ft). Coloração HE. Objetiva 40x.

Souza et al. (2006) ao analisarem a pele de *Brycon hilarii* constataram que a derme da piraputanga se apresenta dividida em duas camadas uma superficial ou frouxa e uma camada mais profunda, a derme compacta e ao analisar a histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) observaram que a derme na região dorsal e da linha lateral existem feixes de fibras colágenas em camadas sobrepostas, de forma que as fibras de

uma camada se encontram no sentido longitudinal ao comprimento e as da camada seguinte, no sentido longitudinal a altura (largura) do corpo.

Em estudo com *T. steindachneri*, Hertwig et al. (1992), relataram que a grande quantidade de fibras colágenas na derme confere uma resistência tênsil, fornecendo assim a pele uma consistência semelhante ao do couro, apropriada para resistir as pressões geradas quando o corpo do animal é distendido.

Segundo Ogawa & Maia (1999), o colágeno é a principal proteína do tecido conectivo. Possui três cadeias de polipeptídeos de cadeia- α , a qual contém grandes quantidades de glicina, prolina e hidroxiprolina. A quantidade de hidroxiprolina pode diferir entre os tipos de fibras colágenas (do tipo I ou III).

Existem vários subtipos de colágenos que apresentam funções específicas (Tateya et al., 2007). Através de amostras capturadas pelo microscópio de polarização foram observados colágeno tipo I e tipo III (Figura 4D) na derme do *Pseudoplatystoma sp.*

As fibras colágenas são constituídas principalmente por colágeno tipo I e são abundantes em localizações sujeitas a grandes forças de tensão (Menezes & Damaceno, 2009). Segundo os autores Mayne (1988), Fleischmajer et al. (1989), Inoué (1981) e Sato et al. (1986), as fibrilas do colágeno tipo I são geralmente mais grossas e longas sendo visualizado com coloração vermelha ou laranja com a técnica de coloração por picrosírius-hematoxilina sob luz polarizada. O colágeno do tipo III é o principal constituinte das fibras reticulares, é encontrado em menor quantidade e suas fibrilas costumam ser mais finas e curtas, sendo visualizada com coloração verde ou amarela com a técnica de coloração por picrosírius-hematoxilina sob luz polarizada.

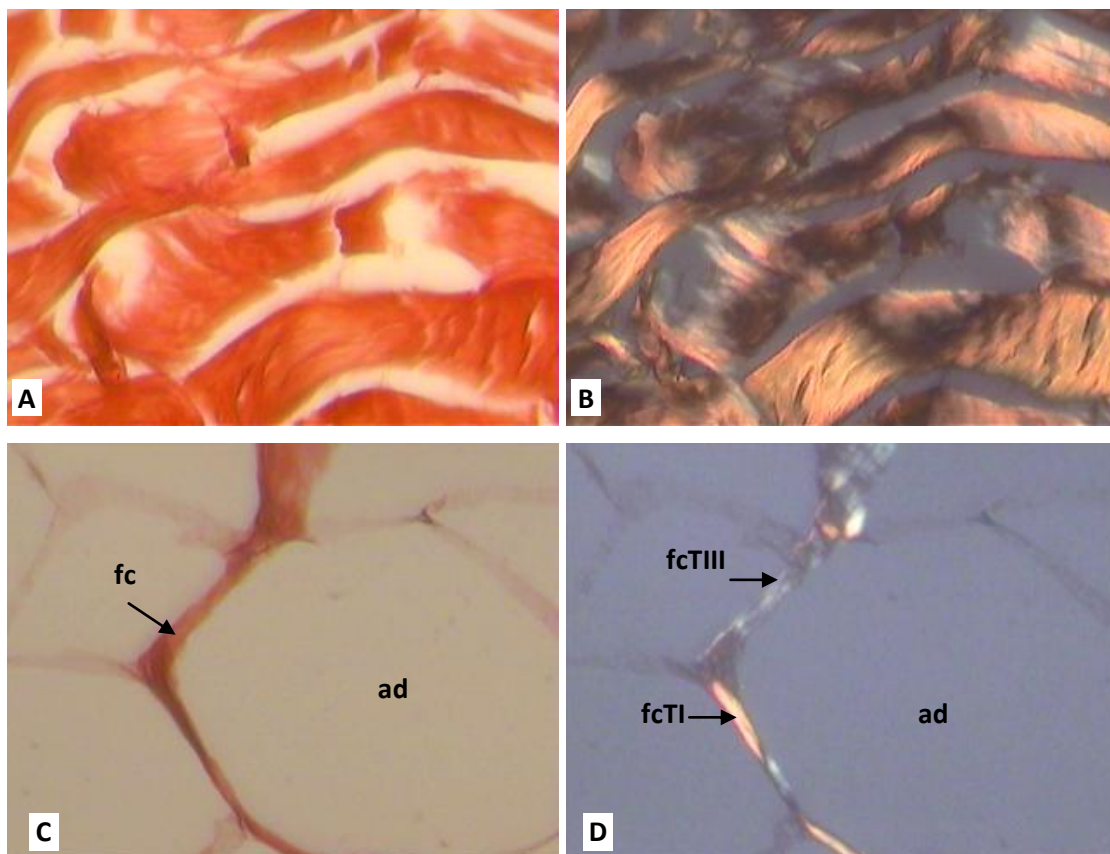


Figura 4. Fotomicrografia da pele de *Pseudoplatystoma sp* na região caudal longitudinal. (A) Fibras colágenas da derme compacta. Coloração Picrosirius-hematoxilina. (B) Fibras colágenas da derme submetidas à polarização Colágeno I em laranja. Objetiva 40 x. (C) Observam-se fibras colágenas (fc) entre os adipócitos (ad). Coloração Picrosirius hematoxilina. (D) com polarização. Observa-se colágeno I (fcTI) (em maior quantidade) e Tipo III (fcTIII) (escassos) entre adipócitos (ad). Objetiva 40x.

Na Figura 5, observa-se tecido adiposo entre as fibras colágenas na derme, na região caudal transversal da pele de surubim. Isto não foi observado nos demais cortes analisados neste trabalho. Souza et al. (2003b), relataram que na derme da pele do piavuçu (*L. Macrocephalus*) foram observados, em alguns locais, grupos de células adiposas grandes. Também, Nakaghi et al. (2003) observaram células adiposas na camada da derme profunda da pele de piapara (*Leporinus elongates*).

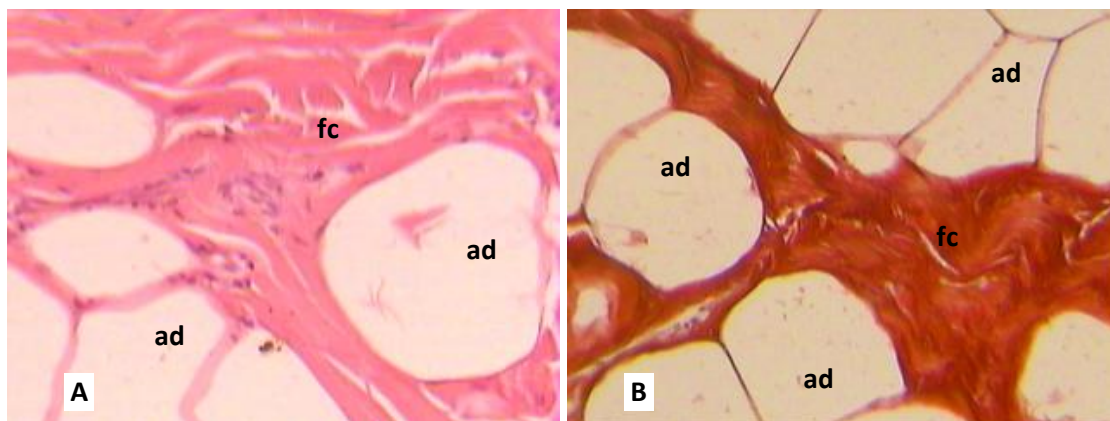


Figura 5. Fotomicrografia da pele de *Pseudoplatystoma sp* na região caudal transversal. (A) Fibras colágenas (fc) com adipócitos (ad) na derme. Coloração HE. Objetiva 40x. (B) Coloração Picrosirius-hematoxilina. Objetiva 40x.

Na região da linha lateral do *Pseudoplatystoma sp*, pode-se observar o orifício da linha lateral, com células epiteliais na parte interna (Figura 6). A linha lateral é um fino sulco ao longo de cada lado do tronco e da cauda, contém um delgado canal com muitas aberturas pequenas para a superfície e apresenta células sensíveis a pressão capaz de sentir a velocidade de correntes de água e variação de pressão sobre o corpo (Storer et al., 1991). Segundo Partridge e Pitcher, (1980), enquanto a visão atua primeiramente na manutenção da posição e do ângulo entre os peixes, a linha lateral responde pela velocidade de natação e a direção do deslocamento. Pode-se observar também a presença do orifício na região caudal no sentido transversal (Figura 6B). Como foi retirada amostra na mesma altura da amostra retirada na linha lateral, na Figura 6B mostra que o orifício é continuidade do observado na amostra da linha lateral. Portanto, o orifício é contínuo no sentido longitudinal do corpo do animal.

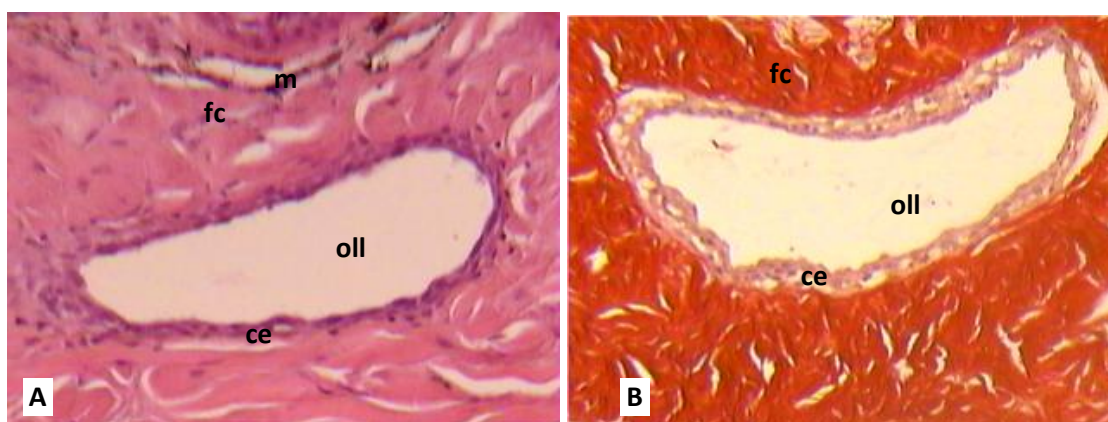


Figura 6. Fotomicrografia da pele de *Pseudoplatystoma sp*. (A) Região da linha lateral transversal. Coloração HE. (B) Com polarização da pele na região caudal transversal.

Coloração: Picrosirius-hematoxilina. Observa-se o orifício da linha lateral (oll), células epidérmicas (ce) no centro do orifício, fibras colágenas (fc) e melanóforos (m).

Souza et al. (2003a), com trabalho sobre a histologia da pele de pacu, verificaram que na região dorsal e linha lateral os feixes de fibras se apresentam em camadas sobrepostas. Nas Figuras 6A e 6B, podem-se observar também os feixes de fibras colágenas sobrepostas no corte caudal transversal e linha lateral transversal.

A hipoderme, tecido subcutâneo ou carnal é a camada que assegura a união da pele com os músculos (carne) do animal, e é eliminada mecanicamente na etapa de descarte da pele (Souza, 2004). O tecido subcutâneo está constituído por um entrelaçamento muito forte à base de fibras largas dispostas quase paralelamente à superfície da pele. Entre suas fibras se encontram as células graxas (Figura 2B).

A quantidade de hidroxiprolina no colágeno em peles de peixes é diferente entre as espécies, interferindo assim diretamente na temperatura de retração. Segundo Pasos (2002), em peixes de águas tropicais a temperatura de retração do colágeno é maior quando comparados aos peixes de águas frias. E, comparando esses valores a pele de *Pseudoplatystoma sp* apresentou um teor de 2,72% de hidroxiprolina, as peles de tilápia de 2,39%, de pacu foi 3,14% e tambaqui 3,39%, enquanto peixes de águas frias como o salmão o teor de hidroxiprolina foi muito inferior (1,23%). Esses resultados das peles das diferentes espécies citadas foram obtidos na mesma ocasião da realização da análise de hidroxiprolina da pele de surubim. O teor de hidroxiprolina da pele de *Pseudoplatystoma sp* foi superior aos obtidos em pele de tilápia e salmão, porém inferior aos do pacu e tambaqui.

As peles das quatro espécies de peixes citadas também foram curtidas e os valores de resistências à tração, dos couros de tilápia, salmão, pacu, tambaqui foram de 11,86 N/mm², 10,90 N/mm², 18,07 N/mm² e 29,49 N/mm², respectivamente. Os valores de determinação do rasgamento progressivo foram 40,18 N/mm para tilápia, 19,68 N/mm para salmão, 63,72 N/mm para pacu e 80,01 N/mm para tambaqui. Pode ser evidenciado que os maiores valores de resistência foram para os couros de pacu e tambaqui que por sua vez, também apresentaram os maiores percentuais de hidroxiprolina. Por outro lado, os valores médios de resistência (Tabela 1) dos couros de surubim (tração 27,47 N/mm² e rasgamento 99,96 N/mm) foram superiores aos obtidos para tilápia e salmão e inferiores quando comparado aos obtidos para pacu e tambaqui, relatados anteriormente. Da mesma forma o percentual de hidroxiprolina das peles

dessas espécies de peixes foram respectivamente, superiores as peles de tilápia e salmão e inferiores as peles de pacu e tambaqui.

Pode-se inferir que o percentual de hidroxiprolina interfere na resistência dos couros, podendo a análise de hidroxiprolina ser utilizada para avaliar a qualidade das peles a serem curtidas, visto que a hidroxiprolina por ser um aminoácido presente somente no colágeno, proteína que reage com os agentes curtentes para transformar a pele em couro, ou seja, num material imputrescível.

A pele é composta por proteínas, lipídios, água, sais minerais e outros. A composição varia entre as diversas espécies de peixes. As peles *in natura* de *Pseudoplatystoma sp* apresentaram 60,98% de umidade, 33,49% de proteína bruta, 1,67% de extrato etéreo e 0,21% de cinzas. Muyonga et al. (2004) relatou valores de umidade 72,7 a 68,4% para jovens e adultos de “Nilo perch”, respectivamente. Cheow et al. (2007), relatou para corvina teor de umidade de 62,3%. Bordignon (2010) analisou peles de tilápia do Nilo congeladas e salgadas e os valores encontrados de umidade foram de 78,13 e 76,46%, respectivamente. Estes valores foram superiores aos obtidos para as peles de *Pseudoplatystoma sp*.

Muyonga et al. (2004), relataram para peles de animais jovens e adultos de “Nilo perch” valores de proteína bruta de 20,3 e 21,3% respectivamente. Souza (2004) relatou para peles de tilápia do Nilo um teor de proteína bruta de 27,4%. Cheow et al. (2007), encontraram para corvina 24,8% de proteína bruta. Valores inferiores aos encontrados para as peles de *Pseudoplatystoma sp*.

Bordignon (2010) encontrou para peles de tilápia do Nilo 2,26% de extrato etéreo para peles congeladas e 1,90% para peles salgadas. Souza (2004) relatou para peles de tilápia do Nilo valor médio de 2,43% de extrato etéreo. Estes foram inferiores aos obtidos para as peles de *Pseudoplatystoma sp*, exceto o extrato etéreo.

De acordo com Bordignon (2010) as peles congeladas e salgadas de tilápia do Nilo apresentaram teores de 1,44 e 2,06% de cinzas, respectivamente. Souza (2004) e Bueno (2008) encontraram 1,0% de cinzas em peles de tilápia do Nilo, teores superiores aos encontrados para as peles de *Pseudoplatystoma sp*.

Segundo Souza (2003a), em peles de tilápia do Nilo, a porcentagem de água variou de 68,2 a 70,19%, o teor de proteína de 26,59 a 28,66%, o extrato etéreo (gordura) 1,86 a 3,43% e cinzas de 1,32 a 2,21%. Bueno et al. (2011), encontraram para peles de tilápia do Nilo valores de 68% de umidade, 28,5% de proteína bruta, 2,4% de lipídeos e 1,9% de cinzas. Comparando os resultados relatados por Souza (2003a) e

Bueno et al. (2011) a umidade e cinzas foram superiores aos obtidos para *Pseudoplatystoma sp* deste trabalho. Essa variação na composição química da pele se deve a espécie, alimentação e ambiente em que se encontra o indivíduo. Para o processo de curtimento é importante o teor de gordura e proteína para melhor resultado no processo.

Os peixes *Pseudoplatystoma sp* chamam muita atenção pela beleza da sua pele, e a partir desta podem ser produzidos couros com características especiais. Realizando um eficiente processo de curtimento, a pigmentação permanece no couro. Segundo Souza (2004) e Franco (2007) a pele do peixe apresenta um desenho, que é uma característica própria de cada espécie e após o curtimento dessas peles, o desenho constitui uma definição típica na pele, conhecido como desenho de flor (Figura 7).



Figura 7. Desenho de flor do couro de *Pseudoplatystoma sp* após curtimento com sais de cromo e recurtimento com taninos.

Avaliando a resistência dos couros obtidos em alguns dos experimentos realizados com peles de *Pseudoplatystoma sp*, pode-se observar para o teste de tração e alongamento, com couros na espessura de 0,75 a 0,98 mm valores para a força máxima de 142,70 a 446 N, tração de 15,00 a 64,28 N/mm², alongamento de 26 a 113% e rasgamento progressivo de 38,48 a 164,29 N/mm. Sendo assim, todos os couros analisados apresentaram uma resistência à tração acima do recomendado para vestuário, conforme Hoinacki (1989) e Basf (2005). Todavia, para o alongamento, alguns couros apresentaram mais elasticidade comparados aos outros, cuja variação foi muito grande entre os couros, em função das técnicas de curtimento aplicadas nas peles de *Pseudoplatystoma sp*, principalmente com a variação na etapa de caleiro e de purga. Pois, estes influem na permanência de substâncias na pele (material interfibrilar) que

restringiria a movimentação das fibras colágenas, proporcionando couro menos elástico e mais rígido.

Na Tabela 1, constam os valores médios dos parâmetros de resistência dos trabalhos realizados (tempos de caleiro, níveis de purga, níveis de óleos e diferentes técnicas de curtimento) realizados com as peles de *Pseudoplatystoma sp.*

Tabela 1. Médias dos parâmetros de resistência do couro de *Pseudoplatystoma sp* dos trabalhos realizados.

Parâmetros	Médias
<i>Determinação da Tração e alongamento</i>	
Espessura (mm)	0,83
Força máxima (N)	205,56
Tração (N/mm ²)	27,47
Alongamento (%)	69,10
<i>Determinação do Rasgamento progressivo</i>	
Espessura (mm)	0,73
Força máxima (N)	64,05
Rasgamento Progressivo (N/mm)	90,66

Hoinacki (1989) relata que segundo os Niveles de Calidad Acceptables en la Indústria del Cuero de Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (1976), o couro bovino curtido ao cromo deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 9,80 N/mm² e uma elongação até a ruptura de no mínimo 60% para a confecção de vestuário. Desta forma, comparando-se os resultados de resistência dos couros de *Pseudoplatystoma sp* aos relatados para bovinos, todos os valores foram superiores aos recomendados.

De acordo com Basf (2005), a exigência de qualidade estabelecida para camurça, nubuk e couro napa acabado (todos para vestuário) é de 12 N/mm² para resistência à tração. Sendo assim, os couros apresentam resistência dentro do recomendado para confecção de vestuário.

Portanto, as peles de *Pseudoplatystoma sp* apresentam alto teor de proteína bruta e consequentemente elevada quantidade de hidroxiprolina, aminoácido que está presente na fibra colágena (proteína fibrosa da pele) que reage com os agentes curtentes determinando a resistência do couro. A quantidade de fibras colágenas e o entrelaçamento dessas fibras também contribuem na determinação da resistência do couro de *Pseudoplatystoma sp.*

As variações ocorridas na resistência dos couros se devem a disposição e orientação das fibras colágenas, teor de hidroxiprolina na fibra colágenas e a técnica de curtimento aplicada, em função dos tipos de produtos utilizados, concentrações e tempo de processamento conferindo aos couros as diferentes características de textura, maciez e resistência

Conclusões

A pele do *Pseudoplatystoma sp* possui a mesma estrutura e organização como a maioria dos peixes teleósteos, sendo constituída pela epiderme e derme. A epiderme é formada por epitélio estratificado pavimentoso não queratinizado, com muitas células claviformes e poucas células mucosas. A derme é constituída por tecido conjuntivo e está dividida em duas camadas, a superficial e a derme compacta. A superficial composta por fibras colágenas finas, com cromatóforos e vasos sanguíneos. A derme compacta, com fibras colágenas paralelas e verticais. Possui grande quantidade de adipócitos na região caudal. A pele de *Pseudoplatystoma sp* apresenta grande quantidade de colágeno do tipo I (são mais espessas) e pequena quantidade do tipo III. As peles apresentaram elevado teor de proteína bruta e hidroxiprolina e baixo teor de extrato etéreo, umidade e cinzas comparadas com algumas espécies de peixes. Os couros apresentaram elevada resistência a tração e rasgamento progressivo e grande variação no alongamento (elasticidade do couro). Os valores de resistência obtidos para os couros de *Pseudoplatystoma sp* estão dentro das recomendações de literatura para vestuário segundo Basf (2005).

Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10455; Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos**. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11035; Couro - Corte de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2005a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11041; Couros - Determinação da resistência à tração e ao alongamento**. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11052; Couro - Determinação da espessura**. Rio de Janeiro, 2005b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11055; Couro - Determinação da força de rasgamento progressivo**. Rio de Janeiro, 2005c.
- ADEODATO, S. Peles Exóticas e Ecológicas. **Globo Ciência**. 51: 56-60, 1995.
- ALMEIDA, R.R. A pele de peixe tem resistência e flexibilidade? **Revista do Couro**, v.127, p.49-53, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. Airlington, 1997.
- BASF. **Vademécum do curtidor**. Ludwighafen, 2005. 441p.
- BORDIGNON, A.C. Caracterização da pele e gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de tilápida do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 2010. 114p. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Zootecnia, UEM, Maringá.
- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal**. Manual de identificação. Brasília: Embrapa-SPI; Corumbá: Embrapa-CPAP, 1999.
- BUENO, C.M.; ALVIM, I.D.; KOBERSTEIN, T.C.R.D. et al. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.14, n.1, p. 65-73, 2011.
- CHEOW, C.S. et al. Preparation and characterization of gelatins from skins of sin croaker (*Jhoniussussumieri*) and shrtfin scad (*Decapterus macrosoma*). **Food Chemistry**, v.101, n.1, p.386-391, 2007.
- CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994, 409p.
- DOURADO, D.M. Estudo histológico, histoquímico, morfométrico e ultra-estrutural da pele de suas espécies de peixes teleosteos. Dissertação. Unicamp. 1999. 102f.
- DOURADO, D.M.; SOUZA, M.L.R.; LEME DOS SANTOS, H.S. et al. Análise da pele do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), capturado no Rio Miranda (MS), através da microscopia de luz. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 15, 1996, Campo Grande. **Resumos...** Campo Grande: Somvet, 1996, p.110.
- ENGEL, J. Foldind and unfolding of collagen triple helices. **Advances in meat research**. 1987.
- FARIAS, E.C. O tegumento e o colorido dos peixes. In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, FCAVJ-UNESP, 1, 1991, Jaboticabal. **Palestras...** Jaboticabal: FUNEP, 1991, p.29-31.
- FISHELSON, L. Skin morphology and cytology in marine Eels adapted to different lifestyles. **Anat Record**, v.246, p. 15-29, 1996.

- FLEISCHMAJER, R.; GAY, S.; PERLISH, J.S.; CESARINI, J.P. Immunoelectron microscopy of type III collagen in normal and scleroderma skin. **J. Invest. Dermatol.** 1980; 75:189-91.
- FRANCO, M.L.R.S. **Tecnología para Procesamiento de Piel de Pescados**. Eduem, Coleção Fundamentum. Maringá. 2007.
- HERTWIG, I.; EICHELBERG, H.; HENTSCHEL, J. Light and electron microscopic studies of the skin of the *Palembang puffer*, *Tetraodon steindachneri* (Teleostei, Tetraodontidae). **Zoomorph** 111: 193-205. 1992.
- HIBIYA, T. **An atlas of fish histology Normal and pathological features**. Kodansha Ltd. Tokyo, 1982.
- HAINACKI, E. **Peles e Couros - Origens, defeitos e industrialização**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Henrique d'Ávila Bertaso, 1989. 319p.
- IGER, Y.; ABRAHAM, M.; DOTAN, A. et al. Cellular responses in the skin of carp maintained in organically fertilized water. **J. Fish. Biol.**, 33:711-720, 1988.
- INGRAN, G.A. Substances involved in the natural resistance of fish to infection. **J. Fish Biol.** v.16, p. 23-60, 1980.
- INOUE, S. Video image processing greatly enhances contrast, quality, and speed in polarization-based microscopy. **J. Cell Biol.** 1981; 8:346-56.
- ISO. **Meat and meat products**. Determination of L-hydroxyproline content, TC 34-3496, 1978.
- JUNQUEIRA L.C.U.; BIGNOLAS, G.; BRENTANI, R.R. **Picrosirius staining plus polarization microscopy, a specific method for collagen detection in tissue sections**. *Histochem J.* 1979.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; OAZEIRO, P.P.; MONTES, G.S. et al. É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, v.5, n.5, p.4-6. 1983.
- KELLY, J.; ANAKA, S.; HARDT, T. et al. Fibril-forming collagens in Lamprey. **J. Biol. Chem** 263: 980-97. 1988.
- LAREZZI, A.D. Peles de peixes: matéria-prima para confecções, calçados e acessórios de moda. **Setor Couro**, 19:8-9, 1988.
- LUNA, L.G. **Manual of histologic staining methods of Armed Forces Institute of Pathology**. 3.ed. New York: Mc Graw - Hill Book Company, 1968. 257p.
- MACHADO, S.D. **Aproveitamento e tecnologia do curtimento de pele de peixe**. 2001. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), Campo Grande, 2001.
- MAYNE, R. Preparation and applications of monoclonal antibodies to different collagen types. **Clin Biochem.** 1988; 21:111-15.
- MENEZES, F.L.; DAMACENO, N.R. Estudo estrutural da distribuição das fibras da matriz extracelular na pele da Lontra (*Lontra longicaudis* OLFERS, 1818). 12º Congresso de Iniciação Científica, 6ª mostra de Pós-Graduação. UNISA - Universidade de Santo Amaro. 2009.
- MITTAL, A.K.; BANERJEE, T.K. Keratinization versus mucus secretion in fish epidermis. In: Sperman, R.I.C., Riley, P.A. **The skin of vertebrates**. Linnear Society Symposium Series (London, England: Academic Press. 1-12, 1980.
- MITTAL, A.K.; UEDA, T.; FUJIMORI, O. et al. Histochemical analysis of glycoproteins in the epidermal mucous cells and saciform cells of the Indian Swamp eel, *Monopterus albus* (Hamilton) (Synbranchiformes, Pisces). **Acta Histochem.** 27: 193-204, 1994.

- MUYONGA, H.J. et al. Extraction and physicochemical characterization of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.581-592, 2004.
- NAKAGHI, L.S.O.; SOUZA, M.L.R.; VALETIN, F.N. et al. Morphological analysis of the piapara *Leporinus elongates* skin. In: WAS 2003, 2003, Salvador. The Annual Meetings of the World Aquaculture Society, 2003. **Book of Abstracts**, 2003.
- OGAWA, N.B.P.; MAIA, E.L. **Manual de Pesca: ciência e tecnologia de pescado**. Varela. 1999.
- PARTRIDGE, B. L.; PITCHER, T. J. The sensory basis of fish schools: relative roles of lateral line and vision. **J. Comp. Physiol.**, v. 135, p. 315–325, 1980.
- PASOS, L.A.P. [2002]. **Piel de pescado**. Disponível em: <<http://www.cueronet.com/exoticas/pescado.htm>> Acesso em: jul.2011.
- RALPHS, J.R.; BENJAMIN, M. Chondroitin and keratan sulphate in the epidermal club cells of teleosts. **Journal of Fish Biology**, v.40, p.473-475, 1992.
- ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; ANDRADE-TALMELLI, E.F et al. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei, siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. **Bol Inst Pesca**, v.29, p.151-159, 2003.
- SATO, S.; LEO, M.A.; LIEBER, C.S. Ultrastructural localization of type III procollagen in baboon liver. **Am. J. Pathol.** 1986.
- SHREVE, R.N.; BRINK Jr. **Indústrias de processos químicos**. Guanabara dois, 4^a ed, 1980.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SINGH, S.K.; MITTAL, A.K. A comparative study of epidermis of the common carp and the three Indian major carp. **J. Fish Biol.** 36: 9-19. 1990.
- SOUZA, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe**. Eduem. Coleção Fundamentum. Maringá. 2004.
- SOUZA, M.L.R.; DOURADO, M.D; SANTOS, H.S.L. (1997) Ultrastructure of “pintado” (*Pseudoplatystoma corruscans*) and “cachara” (*Pseudoplatystoma fasciatus*) skin. **Word Aquiculture**, 1997.
- SOUZA, M.L.R.; GANECO, L.N.; NAKAGHI, L.S.O. et al. Histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. **Acta Scientiarum**, v.25, n.1, p.37-44, 2003a.
- SOUZA, M.L.R.; GODOY, L.C.; KOZUKI, H.T. et al. Histologia da pele da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e testes de resistência do couro. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1265-1272, 2006.
- SOUZA, M.L.R.; LEME DOS SANTOS, H.S. Análise microscópica comparada da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), do tambacu (macho pacu x fêmea tambaqui) e do curimatá (*Prochilodus lineatus*). In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, FCAVJ-UNESP, 2, 1995, Jaboticabal. **Resumos e palestras...** Jaboticabal: FUNEP, 1995. p.105-106.
- SOUZA, M.L.R.; DOURADO, D.M.; MACHADO, S.D. et al. Análise da Pele de Três Espécies de Peixes: Histologia, Morfometria e Testes de Resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1551-1559, 2003b.
- STORER, T.I.; USINGER, R.L.; STEBBINS, R.C. **Zoologia Geral**. São Paulo: Mac Grau Hill, 1991. 816p.
- TATEYA, T; TATEYA I; BLESS, D.M. Immuno-Scanning electron microscopy of collagen types I and III in human vocal fold lamina propria. **Ann otol Rhinol Laryngol.** 116. 156-9. 2007.
- UZEIKA, Rafael. **Estudo histoquímico, ultra-estrutural e morfométrico da pele de duas espécies de peixes siluriformes**. 1999. Trabalho de Conclusão de Curso

- (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, MS, 1999.
- WHITEAR, M. The skin of fishes including cyclostomes: epidermis. In: J. BEREITER-HAHN, A.G. MATOLTZY, & K.S. RICHARDS, eds. Epidermis. **Biology of the integument, vertebrates**. Berlin: Springer-Verlag. 2: 9-64. 1986.
- WHITEAR, M.; MITTAL, A.K. Structure of the skin of *Agonius catapharactus* (Teleostei). **J. Zool.** Lond., 210^a: 551-574. 1986.
- YOKOTA, S.; TAMURA, O.S. Fine structure of the skin of the amphibious fishes, *Boleophthalmus pectinirostris* and *Periophthalmus cantonensis*, with special reference to the location of blood vessels. **J. Morphol.** 214: 287-297, 1992.

IV. CARACTERÍSTICAS DE RESISTÊNCIA DOS COUROS DE *Pseudoplatystoma sp* SUBMETIDOS A ALTERAÇÕES NAS ETAPAS DO PROCESSO DE CURTIMENTO

RESUMO - O objetivo do experimento foi avaliar a resistência dos couros de surubim (*Pseudoplatystoma sp*), submetidos a alterações nas etapas de curtimento, em função dos diferentes tempos de ação do caleiro, níveis de enzimas utilizadas na etapa de purga, curtimento com e sem sais de cromo, níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe e diferentes técnicas de processamento. Foram realizados cinco ensaios. No ensaio I, os couros submetidos ao caleiro por 1 hora apresentaram maior (78,89 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo e força máxima (73,50N) e não houve diferença significativa para tração, alongamento e força máxima para estes testes. No ensaio II, os couros que receberam 0,7% de enzima proteolítica por 40 minutos apresentaram maior resistência à tração (43,80 N/mm²) e elasticidade (78,06%), apesar de não diferir do tratamento com adição do mesmo percentual de enzima, de forma parcelada (39,92 N/mm² e 71,07%). Não houve diferença para rasgamento progressivo (84,17 N a 96,86 N). No ensaio III e IV, os couros não apresentaram diferenças significativas para os testes de resistência. No ensaio V, os couros do tratamento três (curtimento mais comum) utilizaram maior força no teste (225,81 N) e apresentaram maior elasticidade (71,81%). Não houve diferença significativa para tração. Os couros do tratamento um, apresentaram maior (118,59 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo. Com os resultados obtidos desse couro, pôde ser observada a elevada resistência à tração, alongamento e rasgamento progressivo, podendo ser utilizado em vestuário, sapatos e artefatos em geral pela sua beleza e resistência, valorizando o produto em que for aplicado o couro, além de reduzir o possível impacto ambiental em função do descarte dessa matéria-prima.

Palavras-chave: caleiro, níveis de óleos, purga, sais de cromo, surubim, taninos

CHARACTERISTICS OF THE LEATHER OF *Pseudoplatystoma sp* SUBMITTED TO CHANGE STEPS IN THE PROCESS OF TANNING

ABSTRACT - The objective of the experiment was to evaluate the resistance of surubim's leathers (*Pseudoplatystoma sp*), submitted to change steps in the process of tanning, for different times of action of liming, levels of enzymes used in the purge step, tanning with and without chromium salts, levels of oils used in the grease step and different processing techniques. Five experiments were carried out. In the test I, the leathers submitted to liming for 1 hour showed a higher (78.89 N/mm) resistance to progressive tearing and maximum force (73.50 N) and there was no significant difference in traction, elongation and maximum force for this tests. In the test II, leathers which received 0.7% of proteolytic enzyme for 40 minutes showed higher traction resistance (43.80 N/mm²) and elasticity (78.06%), although did not differ with the treatment with addition of same percentage of enzyme in portions (39.92 and 71.07% N/mm²). There was no difference to progressive tearing (84.17 N to 96.86 N). In the tests III and IV, the leathers did not showed significant difference to the resistance tests. In the test V, leathers of treatment three (most common tanning) used higher force (225.81 N) and showed higher elasticity (71.81%). There was no significant difference to traction. The leathers of treatment one showed higher (118.59 N/mm) resistance to progressive tearing. With the results of this leather, can be observed that it shows a high resistance to traction, elongation and progressive tearing, and may be used in clothing, shoes and general artifacts for its beauty and strength, enhancing the product where the leather is applied and reduce the potential environmental impact due to the disposal of raw materials.

Keywords: chromium salts, liming, oil levels, purge, surubim, tannins

Introdução

A piscicultura está voltada para a produção de carne, especialmente em filés. Entretanto, nesse tipo de exploração, obtêm-se subprodutos que podem despertar interesse para a comercialização, como é o caso dos ovários maduros, cabeça, bexiga natatória, pele e outros.

O gênero *Pseudoplatystoma* inclui vários peixes da família Pimelodidae, ordem Siluriforme. Segundo Romagosa et al. (2003), são conhecidos como “surubins” e podem ser encontrados nas principais bacias hidrográficas sul americanas. De acordo com Kubitza et al. (1998), os surubins são peixes de água doce de maior valor comercial, por apresentar uma carne branca, saborosa, com baixo teor de gordura e sem espinhos, características de carne nobre, apta para exportação. Além dessas características, os peixes *Pseudoplatystoma sp* chamam muita atenção pela beleza da sua pele, e a partir desta se pode produzir couros com desenhos únicos. As peles de peixes são consideradas como um couro exótico e inovador, com aceitação geral em vários segmentos da confecção (Ingram & Dixon, 1994).

Com a intensificação da piscicultura e com a tendência de algumas empresas brasileiras em exportarem o filé de peixe sem peles, estas são descartadas ou direcionadas, junto com os demais resíduos, para a produção de farinha ou silagem de peixe. Sendo esse resíduo de filetagem um problema para o produtor ou para o abatedouro, pois, de acordo com Contreras-Guzman et al. (1994), a pele perfaz, em média 7,5% do peso bruto dos peixes.

Segundo Souza (2004), a maior parte das peles é desperdiçada ou subutilizada, pela falta de conhecimento das técnicas possíveis para a transformação da pele em couro. Ainda há falta de adequação em técnicas de curtimento para as peles das diversas espécies de peixes, uma vez que cada uma apresenta sua característica própria de composição e estrutura histológica, quanto à distribuição e orientação das fibras colágenas, influenciando na resistência do couro.

Para a transformação da pele em couro, é necessário submetê-la ao processo de curtimento. Durante esse processo, a pele sofre alterações pela utilização nas diversas etapas de produtos químicos que reagem com as fibras colágenas.

No curtimento, ocorre um processo de transformação da pele em couro, um produto imputrescível com características de maciez, elasticidade, flexibilidade, resistência à tração e ao rasgamento, isto é, um couro com qualidades físico-mecânicas

que permitem a aplicação em diversos setores da confecção, com destaque para a manufatura de vestuários em geral (jaquetas, coletes, saias, aplicação em tecidos, como por exemplo: no jeans), pulseiras de relógio, pastas, bolsas, carteiras, cintos e principalmente calçados (Souza, 2004).

Para cada tipo de produto deve ser produzido couro com características diferentes, ou seja, couros mais finos, com maior elasticidade para aplicação na confecção de vestuários e couros mais espessos e com menos elasticidade e maciez para calçados. Enfim, com aplicações de diferentes técnicas de curtimento se torna possível a obtenção de couros com as diversas características, necessitando conhecer a qualidade desses couros para sua devida utilização.

Com a viabilidade no processamento de peles de peixes e com estímulo na criação, haverá uma agregação de valor a atividade, tornando-a interessante como mais uma fonte alternativa.

Segundo Souza (2004), o caleiro é uma etapa importante, porque remove as proteínas não fibrosas e materiais interfibrilares e a permanência dessas substâncias na pele resultará em couros duros, encartonados. Com relação à purga, o mesmo autor afirma que peles não submetidas a esta etapa apresentam uma flor áspera, com acentuação de certos defeitos nas operações complementares. O tipo de agente curtente utilizado na etapa de curtimento ou técnica aplicada pode interferir na maciez, flexibilidade e estabilidade a temperatura do couro (Hoinacki, 1989). Segundo o mesmo autor, as características físico-mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por exemplo, por conferir maior resistência ao rasgamento, maciez e elasticidade pela presença dos óleos que envolvem as fibras colágenas.

O objetivo do experimento foi avaliar a resistência dos couros de surubim submetidos a alterações nas etapas do processo de curtimento, quanto às técnicas de curtimento, tempos na etapa de caleiro, níveis de adição de enzima na purga, adição de níveis de óleos no engraxe e ação do agente curtente.

Material e métodos

O processo de curtimento das peles foi realizado no Laboratório de Processamento de Peles de Peixes e demais Espécies de Pequeno e Médio Porte, da Universidade Estadual de Maringá, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI).

Animais experimentais e processamento

Foram utilizados 18 kg de peles *Pseudoplatystoma sp*, provenientes da Piscicultura Mar e Terra, em Itaporã-MS. O peso médio dos peixes foi de 1,2 kg.

Após o abate dos peixes foram retirados os filés e destes, com o auxílio de uma faca, removidas as peles. Em seguida, foram submetidas ao congelamento até o momento do curtimento.

Para o processo de curtimento as peles foram submetidas a uma série de etapas de acordo com Hoinacki (1989) e Souza (2004). As etapas padrão de utilização foram: remolho, descarne, caleiro, desencalagem, desengraxe, purga, píquel, curtimento, neutralização, recurtimento, engraxe, secagem e amaciamento. Os couros não foram tingidos.

Foram realizados cinco ensaios para avaliação das alterações nas etapas do processo de curtimento.

Ensaio I – Efeito de diferentes tempos de caleiro

Foram realizados cinco tratamentos (1000 g de pele para cada tratamento), analisando diferentes tempos de caleiro, sendo: Trat_1 = pernoite; Trat_2 = uma hora; Trat_3 = duas horas; Trat_4 = três horas e Trat_5 = quatro horas. Todos em banho estático.

A purga foi realizada com 0,5% de enzima proteolítica por 40 minutos, o curtimento com 8% de sais de cromo, recurtimento com 3% de tanino vegetal e 3% de tanino sintético e 10% de óleos de engraxar.

Ensaio II – Efeito de diferentes níveis de enzima proteolítica adicionada na etapa da purga

Foram realizados três tratamentos (1000 g de pele para cada tratamento), analisando diferentes níveis de enzima na purga, sendo: Trat_1 = 0,5% por 40 min; Trat_2 = 0,7% por 40 min e Trat_3 = 0,5% por 20 minutos + 0,2% por 20 minutos.

As peles foram submetidas a um caleiro de 16 horas, curtidas com 10% de sais de cromo, recurtidas com 3% de tanino vegetal e 3% de tanino sintético e 10% de óleos de engraxar.

Ensaio III – Comparação das diferentes características dos couros curtidos com sais de cromo e dos couros curtidos com tanino vegetal

As peles foram submetidas a um caleiro de 16 horas, uma purga com 0,5% enzima proteolítica e para o curtimento foram realizados dois tratamentos (1000 g de pele para cada tratamento). No Trat₁, as peles foram curtidas com 10% de sais de cromo e recurtidas com 3% de tanino vegetal + 3% de tanino sintético, enquanto no Trat₂, as peles foram curtidas com 10% de tanino vegetal e recurtidas com 3% tanino vegetal + 3% tanino sintético. O engraxe foi realizado com 10% de óleos.

Ensaio IV – Efeito da adição de diferentes níveis de óleos na etapa de engraxe

Foram realizados cinco tratamentos (1000 g de pele para cada tratamento), analisando diferentes níveis de óleos no engraxe, sendo: Trat₁ = 5%; Trat₂ = 6%, Trat₃ = 7%; Trat₄ = 8% e Trat₅ = 9%. Portanto, todos os couros foram submetidos a mesma técnica de curtimento, sendo 16 horas de caleiro, 0,5 % de enzima proteolítica na purga por 40 minutos, 10% de sais de cromo. Os couros seguiram juntos até a etapa de recurtimento. Após esta, foram separados em lotes para a realização dos diferentes níveis de adição de óleos de engraxar.

Ensaio V – Características dos couros de surubim submetidos a diferentes técnicas de curtimento

Foram realizados três tratamentos (500 g de pele para cada tratamento). Cada um dos lotes foi processado por diferentes técnicas. Os produtos utilizados nos tratamentos constam no Quadro 1.

Quadro 1. Formulações dos três tratamentos realizados.

%	Trat ₁ - Sem Caleiro, Sem Purga e Óleos no Curtimento e Engraxe no Final	%	Trat ₂ - Caleiro Suave, Curtimento e Engraxe no Final	%	Trat ₃ - Padrão; Técnica Tradicional
300	Remolho Água	200	Remolho Água	100	Remolho Água
0,15	Tensoativo MK IV N	2	Sal	0,5	Tensoativo MK IV
300	Água	1	Igualém MK	0,5	Igualém MK
0,2	Tensoativo MK IV N	Caleiro		Caleiro	
0,1	Letharin MK IND	0,2	Cal	100	Água
Piquel e Curtimento		0,2	Tensoativo MK 90	2	Cal
80	Água	500	Água	0,5	Tensoativo MK IV
5	Sal	Desencalagem		10	Dermaphel Plus
1	Acikrom MK	100	Água	Desencalagem	
5	Mk Kromiun PP	4	Sal	100	Água
2,5	Superderma MK GA	2	Kalplex LN	1	Sulfato de Amônia
2	Superderma MK GL	Piquel e Curtimento		0,7	Superdescal NA
5	MK Kromiun PP	5	Acikrom MK	0,5	Tensoativo MK IV
0,1	Fungicida	12	MK Kromiun PP	Purga	
50	Água	Neutralização		0,5	Rohapon NPB
0,1	Bicarbonato de Sódio	2	Formiato de Sódio	0,5	Superdescal NA
Neutralização		2	Bicarbonato de Sódio	Piquel	
250	Água	Recurtimento		100	Água
1,5	Formiato de Sódio	100	Água	8	Sal
2	Branderme MK ME	200	Água	3	Ácido Fórmico
Recurtimento e Engraxe		5	Renolik MK CR	Curtimento	
6	Renotan MK LE	5	Renolik D	10	Sais de Cromo
3	Tanino Vegetal De Acácia	10	Renotan MK FP	1,5	Bicarbonato de Sódio
0,5	Óleo Cru	10	Renotan MK FAC	Neutralização	
3	Superderma MK GA	5	Renotan MK LE	100	Água
1	Ácido Fórmico	Engraxe		1,5	Bicarbonato de Sódio
150	Água	300	Água	Recurtimento	
15	Superderma MK GA	10	Superderma MK BC	100	Água
0,1	Fungicida	5	Superderma MK GLB	6	Sais de Cromo
0,5	Óleo Cru	1,5	Ácido Fórmico	1	Tamol
1	Ácido Fórmico				Engraxe
				100	Água
				10	Superderma MK GW
				1	Ácido Fórmico

Retirada dos corpos de prova para os testes físico-mecânicos

Após o processamento das peles, foram utilizados 20 couros de surubim de cada tratamento em cada ensaio, para obtenção dos corpos de prova. Os corpos de prova foram retirados do couro (ABNT, 2005a) com auxílio de um balancim e em seguida foram levados para um ambiente climatizado em torno de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$, por 48h conforme (ABNT, 2006). Foram determinadas as medidas de espessura de cada amostra (ABNT, 2005b) para os cálculos de resistência à tração e alongamento (ABNT, 1997) e ao rasgamento progressivo (ABNT, 2005c). Para os testes de resistência foi utilizado o dinamômetro da marca EMIC, com velocidade de afastamento entre as cargas de $100 \pm 20 \text{ mm/min.}^{-1}$. Foi utilizada uma célula de carga de 200 kgf. A calibração foi realizada pela Emic-Dcame, laboratório de calibração credenciado pela Cgcre/Inmetro sob nº 197.

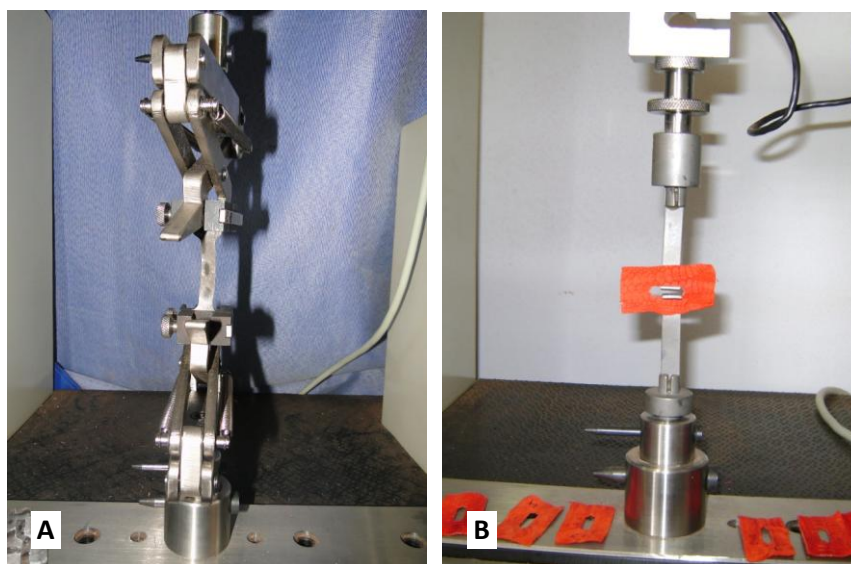


Figura 1. (A) - Determinação do teste de tração e alongamento com o corpo de prova. (B) - Determinação do teste de rasgamento progressivo com o corpo de prova.

Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, para o ensaio I, com cinco tratamentos, sendo Trat_1 = pernoite; Trat_2 = uma hora; Trat_3 = duas horas; Trat_4 = três horas e Trat_5 = quatro horas, com 20 repetições por tratamento.

Para o ensaio II, foi realizado um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, sendo Trat_1 = 0,5% por 40 min; Trat_2 = 0,7% por 40 min e Trat_3 = 0,5% por 20 minutos + 0,2% por 20 minutos, com 20 repetições.

Para o ensaio III, foi um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (Trat₁ = curtimento 10% de sais de cromo e recurtimento 3% de tanino vegetal + 3% de tanino sintético; Trat₂ = curtimento 10% de tanino vegetal e recurtimento 3% tanino vegetal + 3% tanino sintético.), com 20 repetições por tratamento.

Para o ensaio IV, foi um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (Figura 1), com 20 repetições por tratamento.

Para o ensaio V, Os parâmetros de resistência foram analisados por regressão (Trat₁ = 5%; Trat₂ = 6%, Trat₃ = 7%; Trat₄ = 8% e Trat₅ = 9% de adição de óleos), com o uso do Proc GLM do SAS, versão 9.0 (SAS, 2001). Foram 20 repetições por tratamento.

O couro foi considerado a unidade experimental para todos os ensaios realizados.

Resultados e Discussão

Ensaio I – Efeito de diferentes tempos de caleiro

O caleiro promove ação sobre o colágeno e outras proteínas, abertura e intumescimento da estrutura fibrosa e ação sobre as gorduras, preparando a pele para as demais etapas do curtimento. O processo deve ser ajustado de modo a permitir a realização de todas as reações com a intensidade adequada para que as fibras sejam preparadas para recebimento do agente curtente (Hoinacki, 1989). Ainda, segundo o mesmo autor, a cal utilizada nessa etapa é responsável em grande parte pelos efeitos esperados e que este agente deve penetrar na pele, portanto em caleiros mais longos a distribuição da cal na pele é mais uniforme. Diferentes agentes alcalinos auxiliam no grau de intumescimento em conjunto com a cal.

Nas Tabelas 1 e 2, constam os valores dos testes de tração, alongamento e rasgamento progressivo para couros de *Pseudoplatystoma sp* (surubim) submetidos a diferentes tempos na etapa de caleiro.

Os couros que pernoitaram no caleiro apresentaram maior (24,59 N/mm²) resistência a tração, enquanto os couros submetidos ao caleiro por 1 hora apresentaram menor (19,81 N/mm²) resistência a tração, entretanto não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1).

Para o teste de alongamento, apesar de não terem apresentado diferença significativa, os couros submetidos ao caleiro por 4 horas apresentaram maior (55%) elasticidade (Tabela 1).

Machado (2001), relatou uma resistência à tração para o couro de pacu prata (*Mylossoma sp*) analisado de 11,83 N/mm², valor inferior aos obtidos neste experimento para o couro de surubim (Tabela 1). O mesmo autor observou que a porcentagem de alongamento para piavuçu, piraputanga e pacu prata foram, respectivamente, 52,83%, 60,45% e 33,83% valores de elasticidade para piavuçu e piraputanga semelhantes ou superiores aos obtidos neste experimento, enquanto para pacu prata o valor foi muito inferior aos obtidos neste experimento.

Tabela 1. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos a diferentes tempos de caleiro.

Tempos de caleiro	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)
Trat ₁ = pernoite	211,71±75,10	24,59±7,71	48,37±13,03
Trat ₂ = 1 hora	201,33±58,72	19,81±6,85	50,71±7,20
Trat ₃ = 2 horas	218,43±97,93	22,35±8,26	52,14±12,31
Trat ₄ = 3 horas	195,43±37,87	21,32±3,69	51,28±9,60
Trat ₅ = 4 horas	178,40±29,74	20,48±5,77	55,00±8,86
Teste F	0,21 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,16 ^{ns}
C.V.(%)	32,19	29,01	18,42

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos para tração, pode-se perceber que no caleiro onde as peles pernoitaram apresentaram um maior valor pelo maior tempo de atuação dos produtos químicos no processo. Também, pode-se observar que com 4 horas de caleiro, os couros apresentaram maior elasticidade, apesar de não ter ocorrido diferença estatística.

De acordo com Basf (2005), os valores de referência para couros curtidos ao cromo para vestuário, independentemente do recurtimento, devem ser de, no máximo, 60% para o alongamento na ruptura (elasticidade) e a exigência de qualidade estabelecida para camurça, nubuk e couro napa acabado (todos para vestuário) é de 12 N/mm² para resistência à tração. Sendo assim, os couros obtidos neste experimento se encontram dentro da recomendação.

Na Tabela 2, pode-se observar que a espessura dos couros variou entre 0,87 e 0,97 mm entre os tratamentos, mas não houve diferença significativa.

A força máxima aplicada no teste de rasgamento progressivo foi significativamente maior quando o caleiro foi de 1 hora (73,50 N) com relação aos couros submetidos por 1 pernoite e 2 horas (Tabela 2).

No teste de rasgamento progressivo, os couros submetidos ao caleiro por 1 hora apresentaram maior (78,89 N/mm) resistência, diferenciando significativamente apenas dos couros submetidos à 2 horas de caleiro (47,92 N/mm), mas não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos a diferentes tempos de caleiro.

Tempos de caleiro	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Rasgamento Progressivo (N/mm)
Trat ₁ = pernoite	0,89±0,10	49,89±15,60b	56,61±16,69ab
Trat ₂ = 1 hora	0,96±0,16	73,50±10,44a	78,89±9,76a
Trat ₃ = 2 horas	0,95±0,20	45,43±15,15b	47,92±13,43b
Trat ₄ = 3 horas	0,97±0,71	65,28±9,32ab	67,38±10,28ab
Trat ₅ = 4 horas	0,87±0,13	54,00±9,00ab	63,55±16,08ab
Teste F	0,72 ^{ns}	4,69 ^{**}	3,90 ^{**}
C.V.(%)	14,29	23,01	22,60

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05); ^{ns} - Não significativo (P>0,05); ^{**} - Significativo (P<0,01).

Analisando couro de pacu prata, Machado (2001) obteve valor médio de 36,51 N/mm para rasgamento progressivo. Pederzolli et al. (1995) relataram valores aproximados para *Monacanthus hispidus* (34,2 N/mm) e *Cyprinus carpio* (32,7 N/mm) para o mesmo parâmetro.

De acordo com Souza et al. (2002), a pele da carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) curtida sem sais de cromo apresentou resistência à tração de 18,75 N/mm², ao alongamento de 73,38% e ao rasgamento progressivo de 12,08 N/mm. Neste experimento com couros de surubim todos os valores obtidos foram superiores aos obtidos por Souza et al. (2002), exceto para alongamento, em que os couros de carpa espelho apresentaram maior elasticidade.

Todos estes couros analisados pelos autores relacionados anteriormente apresentaram menor resistência ao rasgamento progressivo. Isto pode estar associado a espessura da pele de peixe, estrutura histológica, ou seja, a direção e orientação das fibras colágenas e a técnica de curtimento.

Basf (2005) estabelece um valor mínimo de 35 N/mm para resistência ao rasgo, portanto, os valores obtidos no presente estudo estão acima do recomendado.

Sendo assim, é interessante fazer um caleiro apenas de uma hora para os couros de surubim por proporcionar maior resistência ao rasgamento e maior força aplicada no teste.

Ensaio II – Efeito de diferentes níveis de enzima adicionada na etapa de purga

De acordo com Hoinacki (1989), a operação de purga consiste em tratar as peles com enzimas proteolíticas, visando a limpeza da estrutura fibrosa. Nas Tabelas 3 e 4, constam os valores para os testes de tração, alongamento e rasgamento progressivo de couros submetidos a diferentes níveis de purga.

Na Tabela 3, observa-se que para os couros em que a purga foi realizada com 0,7% por 40 minutos, necessitaram de maior força (343,00 N), para promover a ruptura do couro.

Para tração e alongamento, os couros cuja purga foi com 0,7% por 40 minutos apresentaram maior (43,80 N/mm²) resistência e elasticidade (78,06%), diferindo significativamente dos couros que receberam 0,5% por 40 minutos, mas não dos que receberam 0,7% de forma parcelada (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos a diferentes níveis de purga.

Níveis de Purga	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)
Trat ₁ = 0,5% - 40'	242,50±75,63b	31,94±7,88b	60,58±13,72b
Trat ₂ = 0,7% - 40'	343,00±58,75a	43,80±9,55a	78,06±20,70a
Trat ₃ = 0,5% - 20' + 0,2% = 20'	271,54±49,64b	39,92±8,13ab	71,07±10,47ab

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Vieira et al. (2008) e Souza et al. (2006b) usaram uma purga de 0,05% utilizando tanino vegetal e sais de cromo, respectivamente, para peles de tilápia do Nilo, encontram valores inferiores (70,20 e 80,33 N, respectivamente) de força máxima empregada no teste de tração e alongamento aos relatados neste experimento (Tabela 3).

Souza et al. (2006a) relatam que peles de tilápia do Nilo curtidas e recurtidas com combinações de taninos sintéticos apresentaram resistência à tração de 9,89 N/mm², alongamento de 66,52% e rasgamento progressivo de 13,11 N/mm, valores muito inferiores aos valores obtidos nos couros de *Pseudoplatystoma sp.*

Pode-se perceber que independente de parcelada ou não o percentual de enzima na purga, os tratamentos que receberam 0,7% de enzima proteolítica apresentaram maiores valores de tração e alongamento. A enzima deve ter feito uma maior limpeza na estrutura fibrosa da pele, proporcionando maior facilidade no deslizamento das fibras colágenas ao término do processo. É possível observar que mesmo não diferindo estatisticamente a espessura entre os tratamentos, os couros que receberam 0,7% de enzima apresentaram menor valor de espessura.

Almeida (1998) analisando couro de tilápia relataram resistência à tração de 22,16 N/mm² e 79% de alongamento.

Pederzoli et al. (1995) relataram os valores para o teste de alongamento de 54% para couros de *Monacanthus hispidus* e 60% para couros de *Cyprinus Carpio*.

Os valores médios relatados por Souza et al. (2002) em trabalho com carpa espelho, foram de 19,27 N/mm² para tração e 13,20 N/mm para rasgamento progressivo. Todos estes valores foram inferiores aos obtidos neste experimento com surubim.

Hoinacki (1989) relata que o couro curtido ao cromo deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 9,80 N/mm² e uma elongação até a ruptura de no mínimo 60%. Sendo assim, os couros submetidos às diferentes concentrações de purga podem ser utilizados na confecção de vestuários, visto que tais valores foram superiores aos mencionados pelo autor.

No teste de rasgamento progressivo, não houve diferença significativa para nenhum parâmetro. Todavia, couros que receberam 0,5% de enzima por 40 minutos apresentaram maior espessura (0,78 mm), enquanto os couros que receberam 0,7% pelo mesmo tempo apresentaram maior valor de resistência (96,86 N/mm) (Tabela 4), apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre os tratamentos.

A força máxima aplicada do teste de rasgamento progressivo variou entre 56,57 e 65,36 N (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos a diferentes níveis de purga.

Níveis de Purga	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Rasgamento Progressivo (N/mm)
Trat ₁ = 0,5% - 40'	0,78±0,12 ^{ns}	65,36±13,64 ^{ns}	84,17±10,20 ^{ns}
Trat ₂ = 0,7% - 40'	0,75±0,08 ^{ns}	71,86±8,40 ^{ns}	96,86±14,18 ^{ns}
Trat ₃ = 0,5% - 20' + 0,2% = 20'	0,66±0,13 ^{ns}	56,45±19,39 ^{ns}	85,11±28,92 ^{ns}

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Segundo Souza et al. (2003), os resultados de rasgamento progressivo para os couros de piraputanga (8,16 N/mm) e piavuçu (8,45 N/mm) foram significativamente inferiores ao de pacu (36,51 N/mm). O valor obtido por Pederzolli et al. (1995) para *Monacanthus hispidus* (34,2 N/mm) e *Cyprinus carpio* (32,7 N/mm) foram próximos ao valores relatado por Souza et al. (2003). Neste experimento com couros de surubim, não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém todos os valores para rasgamento progressivo foram superiores aos relatados por Souza et al. (2003) e Pederzolli et al. (1995).

Os autores não mencionam quanto foi utilizado de enzima proteolítica na etapa de purga. Todavia, pode-se observar que existe muita diferença na qualidade de resistência dos couros de surubim em relação aos demais peixes podendo ser atribuído a técnica, quantidade de purga, tempo de purga, ou outros fatores relacionados com o curtimento ou a pele da própria espécie de peixe.

Observando por este parâmetro e sendo que os valores obtidos de resistência do couro foram adequados conforme recomendado pela literatura para confecção de vestuário em couro de bovino. Pode-se utilizar 0,5% de enzima proteolítica por provavelmente interferir no custo de produção.

Ensaio III – Comparação das diferentes características dos couros curtidos com sais de cromo e dos couros curtidos com tanino vegetal

Nas Tabelas 5 e 6, constam os valores dos testes de tração e alongamento e rasgamento progressivo. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para todos os parâmetros avaliados. Todavia, os couros curtidos com sais de cromo precisaram de maior força (191,23 N) até a ruptura quando comparados aos couros curtidos com tanino vegetal (168,64 N). Os couros curtidos com sais de cromo apresentaram maior resistência a tração (20,93 N/mm²) e elasticidade (52,40%) do que os couros curtidos com tanino vegetal (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim submetidos ao curtimento com e sem sais de cromo.

Técnica de curtimento	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)
Trat ₁ = sais de cromo	191,23±41,69	20,93±5,24	52,40±6,81
Trat ₂ = tanino vegetal	168,64±44,06	19,13±5,41	47,21±9,90
Teste F	1,29 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,96 ^{ns}
C.V.(%)	23,49	26,64	17,38

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Para o teste de rasgamento progressivo, a espessura dos couros foi a mesma para os dois tratamentos (0,93 mm). Apesar de não ter ocorrido diferença significativa, os couros curtidos com sais de cromo necessitaram de mais força para a ruptura (63,93 N) e apresentaram maior resistência ao rasgamento progressivo (69,97 N/mm) (Tabela 6).

Fockink et al. (2010), em experimento de curtimento ecológico com peles de tilápia do Nilo, avaliaram couros ecológicos no sentido longitudinal com espessura de 0,99 mm, valor este próximo ao obtido nos couros dos dois tratamentos analisados neste experimento (Tabela 6). Para tração, os mesmos autores obtiveram 20,94 N/mm² nos couros ecológicos no sentido transversal.

Hilbig et al. (2010), ao analisarem couros de rã curtidos com cromo e tanino vegetal, observaram que os couros curtidos com tanino vegetal apresentaram maior média de espessura (0,77 mm) quando comparados couros curtidos com sais de cromo (0,68 mm). Para tração, obtiveram médias de 12,48 N/mm² para curtimento com tanino vegetal e 13,90 N/mm² para curtimento com sais de cromo. A maior elasticidade obtida pelos autores foi com o curtimento com sais de cromo (70,71%), enquanto o curtimento com tanino vegetal foi de 54,14%. Neste experimento com *Pseudoplatystoma sp.*, os valores para alongamento foram inferiores, porém superiores para tração independente do agente curtente utilizado.

Segundo Hoinacki (1989), quando a pele é curtida e recurtida com sais de cromo, estes proporcionam uma maior maciez ao couro, comparado com outros agentes curtentes, levando também a uma maior elasticidade. Apesar do maior valor de alongamento observado no tratamento com cromo (52,40%), não houve diferença significativa em relação ao tratamento com tanino vegetal (47,21%) (Tabela 5). Isto deve ser pela própria estrutura histológica da pele, em que haveria provavelmente a necessidade de maior ação de produtos químicos nas etapas anteriores ao curtimento.

De acordo com Basf (2005), a exigência de qualidade estabelecida para camurça, nubuk e couro napa acabado (todos para vestuário) é de 12 N/mm² para resistência à tração. Todavia, Hoinacki (1989) relata que o couro bovino curtido ao cromo deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 9,80 N/mm² e uma alongação até a ruptura de no mínimo 60% para a confecção de vestuário. Sendo assim, comparando-se os resultados de resistência dos couros de peixes aos relatados para bovinos, todos os valores foram superiores aos recomendados. Os couros obtidos neste experimento, curtidos com sais de cromo ou tanino vegetal, apresentaram valores dentro da

recomendação encontrada na literatura para tração, entretanto, os valores de alongamento (Tabela 5) estão abaixo do recomendado por Hoinacki (1989).

Os couros curtidos com sais de cromo necessitaram de maior força (63,93 N) e apresentaram maior (69,97 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo do que os couros curtidos com tanino vegetal, apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). Basf (2005) recomenda para couros curtidos ao cromo para vestuário, independentemente do tipo de recurtimento um valor mínimo de 35 N/mm para resistência ao rasgo, portanto, os valores obtidos estão acima do recomendado, podendo ser utilizado para confecção de vestuário.

Tabela 6. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim submetidos ao curtimento com e sem sais de cromo.

Técnica de curtimento	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Rasgamento Progressivo (N/mm)
Trat ₁ = sais de cromo	0,93±0,10	63,93±14,56	69,97±16,84
Trat ₂ = tanino vegetal	0,93±0,11	58,07±10,26	63,58±15,29
Teste F	0,02 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,51 ^{ns}
C.V.(%)	12,27	24,09	20,65

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Hilbig et al. (2010), observaram que os couros de rã curtidos com sais de cromo apresentaram maior (37,95 N/mm) resistência ao rasgamento progressivo do que os curtidos com tanino vegetal (30,08 N/mm).

Souza et al. (2004), relataram que couros de carpa espelho apresentaram maior (26,28 N/mm) resistência ao rasgamento com o curtimento utilizando sais de cromo quando comparados aos couros curtidos com a técnica de bioleather (11,96 N/mm) (curtimento com complexo de curtentes fenólicos, aldeído glutárico, cloreto básico de alumínio e à base de sulfona e ácidos sulfônicos aromáticos).

Souza et al. (2006a), relataram que os couros de tilápia do Nilo curtidos com sais de cromo (12,18 N/mm², 93,08% e 25,54 N/mm) apresentaram resultados significativamente superiores aos curtidos sem sais de cromo (9,89 N/mm², 66,52% e 13,11 N/mm, respectivamente para os testes de tração, alongamento e rasgamento progressivo).

Portanto, em função dos resultados dos autores mencionados, pode-se ver que houve maior abertura da estrutura fibrosa e melhor reação dos sais de cromo com as

fibras colágenas, associado a característica da aplicação de sais de cromo que torna o couro mais macio e elástico em relação aos com tanino vegetal ou produtos químicos.

Ensaio IV – Efeito da adição de diferentes níveis de óleos na etapa de engraxe

Segundo Hoinacki (1989), as características físico-mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por conferir maior resistência ao rasgamento, maciez e elasticidade pela presença dos óleos que envolvem as fibras colágenas.

Nas Tabelas 7 e 8, constam os valores de tração, alongamento e rasgamento progressivo para os couros engraxados com os diferentes níveis de óleos. A espessura dos couros utilizados para análise variou de 0,79 a 0,92 mm de espessura. Não houve diferença significativa para espessura (Tabela 8), mostrando que a adição dos óleos na etapa de engraxe, não influenciou na espessura do couro.

Tabela 7. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim quando adicionados diferentes níveis de óleos no engraxe.

Níveis de óleos	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)
Trat ₁ = 5%	173,47±10,87 ^{ns}	21,89±2,49 ^{ns}	48,15±5,49 ^{ns}
Trat ₂ = 6%	157,67±20,62 ^{ns}	20,17±3,73 ^{ns}	47,82±5,55 ^{ns}
Trat ₃ = 7%	249,11±47,39 ^{ns}	17,02±3,57 ^{ns}	47,08±7,88 ^{ns}
Trat ₄ = 8%	202,17±39,10 ^{ns}	20,42±3,36 ^{ns}	48,60±4,74 ^{ns}
Trat ₅ = 9%	207,36±43,77 ^{ns}	26,53±3,80 ^{ns}	47,54±6,56 ^{ns}

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Para tração (Tabela 7), quando adicionado 9% (26,53 N/mm²) de óleos, na etapa de engraxe, a resistência foi superior, porém não houve diferença significativa entre os demais tratamentos.

Quanto ao alongamento, os couros engraxados com 8% (48,60%) apresentaram maior elasticidade, porém não diferiram significativamente dos outros níveis adicionados.

Para a força máxima aplicada nos testes de tração e alongamento não houve diferença significativa, porém para 7% houve a necessidade de adicionar maior força (249,11 N) (Tabela 7).

No teste de rasgamento progressivo, os couros apresentaram menor resistência quando adicionados de 5% de óleos (34,20 N/mm) e maior resistência quando adicionado 8% de óleos (77,75 N/mm) na etapa de engraxe, apesar de não ter diferido dos demais tratamentos (Tabela 8).

Não houve diferença significativa para a força máxima aplicada no teste de rasgamento progressivo (Tabela 8). Os valores de força máxima variaram de 31,33 N a 65,37 N para execução da determinação do rasgamento progressivo.

De acordo com Basf (2005), as exigências (provisórias) de qualidade para couro de vestimenta, estabelecidas pela Comissão de Especificação dos Institutos de Couro, para camurça, nubuk e couro napa acabado são, respectivamente, 15 N/mm e 20 N/mm para resistência ao rasgamento progressivo. Para a resistência à tração, o valor deve ser de 12 N/mm². Sendo assim, quanto ao engraxe, todos os níveis utilizados neste experimento estão dentro do recomendado para aplicação em confecção de vestuário. Todavia, Hoinacki (1989) relata que o couro bovino curtido ao cromo deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 9,80 N/mm² e uma elongação até a ruptura de no mínimo 60% para a confecção de vestuário, então os couros obtidos neste experimento estão dentro do recomendado para tração, porém todos estão abaixo do valor recomendado para o teste de alongamento.

Tabela 8. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim quando adicionados diferentes níveis de óleos no engraxe.

Níveis de óleos	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Rasgamento Progressivo
			(N/mm)
Trat ₁ = 5%	0,84±0,09 ^{ns}	34,22±8,66 ^{ns}	34,20±9,83 ^{ns}
Trat ₂ = 6%	0,92±0,12 ^{ns}	42,00±9,19 ^{ns}	38,83±10,67 ^{ns}
Trat ₃ = 7%	0,86±0,10 ^{ns}	31,33±5,78 ^{ns}	43,17±7,69 ^{ns}
Trat ₄ = 8%	0,92±0,10 ^{ns}	65,37±4,93 ^{ns}	77,75±12,13 ^{ns}
Trat ₅ = 9%	0,79±0,07 ^{ns}	64,10±7,92 ^{ns}	66,05±9,01 ^{ns}

^{ns} - Não significativo (P>0,05).

Franco et al. (2010), analisaram diferentes níveis de óleos na etapa de engraxe de couros de cachara e obtiveram maior resistência a tração utilizando 7, 8 e 9% (23,67, 20,93 e 25,61 N/mm², respectivamente). Os couros de cachara apresentaram maior espessura (0,99 mm) quando utilizado 6% de óleos, não diferindo significativamente do tratamento com 8% de óleos (0,93 mm), mas diferindo dos tratamentos com 5%, 7% e 9% de adição de óleos (0,82 mm, 0,86 mm e 0,79 mm, respectivamente), diferentemente deste experimento, em que não houve diferença significativa.

Franco et al. (2008), analisando couros de tilápia submetidos aos diferentes níveis de óleos no engraxe (4 a 9%), obtiveram valores para o teste de tração de 8,68 a 15,54 N/mm², rasgamento progressivo de 31,28 a 37,76 N/mm e alongamento variou de 65 a

75,17%. Os autores relataram que os couros de tilápia podem receber de 4 a 9% de óleos na etapa de engraxe. Os valores obtidos pelos autores citados, foram inferiores aos obtidos neste experimento, exceto com relação ao alongamento, em que os couros de tilápia apresentaram maior elasticidade. Essa maior elasticidade se deve a maior limpeza na estrutura fibrosa da pele, proporcionando um melhor curtimento.

Ensaio V – Características dos couros de surubim submetidos a diferentes técnicas de curtimento

Na Tabela 9, constam os valores obtidos no teste de tração e alongamento. O processo de curtimento três proporcionou melhor resultado de alongamento, porém para resistência de rasgamento foi a técnica 1, sem a presença do caleiro.

Os couros do tratamento três utilizaram maior força (225,81 N) e apresentaram maior elasticidade (71,81%) no teste de tração e alongamento, diferindo dos demais tratamentos. Os couros do tratamento um apresentaram maior resistência à tração (29,33 N/mm²), mas não diferiu significativamente dos demais (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios dos testes de tração e alongamento dos couros de surubim quando submetidos a diferentes técnicas de curtimento.

Tratamentos	Força Máxima (N)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)
Trat ₁	150,11±34,11b	29,33±8,55a	45,11±5,88b
Trat ₂	156,70±38,84b	25,33±6,18a	42,10±9,78b
Trat ₃	225,81±56,75a	27,37±6,70a	71,81±11,97a

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Segundo Priebe (2005), o processo de transformação de peles em couros intercala processos mecânicos e químicos, nos quais se busca a eliminação de subprodutos presentes na matéria-prima de origem animal e a sua transformação em couro. As concentrações destes subprodutos, bem como as concentrações dos agentes de processo, se tornam muito importantes para a sequência das operações, definindo quais os insumos a serem empregados, suas formulações e os fluxos de produção, visando o sucesso do processo. Os tratamentos seguiram etapas diferenciadas e utilizando diferentes produtos empregados normalmente no processamento.

Os couros do tratamento três, que foram curtidos e recurtidos com sais de cromo (10 e 6%, respectivamente), apresentaram maior (71,81%) elasticidade, quando comparado aos couros dos demais tratamentos. Segundo Hoinacki (1989), o valor referência para alongamento é de no mínimo 60% para utilização em vestuário, sendo

assim apenas o tratamento três se encontra dentro do recomendado. A força máxima empregada no teste também foi superior (225,81 N) para o tratamento três. Todavia, quando analisado o teste de tração, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 9). De acordo com Basf (2005), a resistência à tração, o valor deve ser de 12 N/mm², sendo assim todos os tratamentos estão dentro da recomendação.

Pederzolli et al. (1995), relatam que o couro de *Cyprinus carpio* apresenta uma resistência mínima à tração de 9,13 N/mm², média de 15,47 N/mm² e máxima de 19,96 N/mm², esses valores são inferiores aos encontrados neste experimento (Tabela 9). Devendo-se este resultado estar em função dos produtos adicionados e estrutura arquitetônica das fibras colágenas da derme.

Em relação à força máxima empregada no teste de tração e alongamento, os valores são muito superiores aos relatados por Souza et al. (2006a), em que utilizando tanino vegetal no curtimento de tilápia do Nilo, a força máxima foi de 80,33 N, e para peles curtidas com sais de cromo, foi de 91,48 N.

Souza et al. (2003), analisando três espécies de peixes, observaram que o couro do piavuçu (18,50 N/mm²) e da piraputanga (16,88 N/mm²) apresentaram maior resistência à tração quando comparado com couro do pacu (11,83 N/mm²). Todos os valores são inferiores aos obtidos neste experimento, com peles de surubim (Tabela 9).

Os couros apresentaram espessura entre 0,85 e 0,54 mm, sendo que os couros do tratamento três apresentaram a maior espessura. A força máxima empregada no teste de rasgamento progressivo foi maior (65,90 N) também no tratamento três, porém não houve diferença com relação ao tratamento um (Tabela 10).

Os couros do Trat₁ apresentaram maior resistência ao rasgamento progressivo (118,59 N/mm), havendo diferença significativa quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios dos testes de rasgamento progressivo dos couros de surubim quando submetidos a diferentes técnicas de curtimento.

Tratamentos	Espessura (mm)	Força Máxima (N)	Rasgamento Progressivo
			(N/mm)
Trat ₁	0,54±0,11b	61,22±12,93ab	118,59±32,91a
Trat ₂	0,63±0,06b	51,20±12,09a	80,80±16,21b
Trat ₃	0,85±0,11a	65,90±9,68ab	78,44±13,33b

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

De acordo com Pederzoli et al. (1995), couro de *Cyprinus carpio* com 0,70 mm de espessura apresentou um valor de resistência ao rasgamento progressivo de 35,4 N/mm, valor muito inferior ao obtido nesse experimento com as diferentes técnicas de curtimento.

Segundo Hoinacki (1989), couros curtidos com sais de cromo também poderiam ser utilizados para cabedal de calçados, visto que, segundo a Escola de Curtimento Senai, o valor mínimo exigido é de 17,65 N/mm no teste de rasgamento progressivo. Desta forma, os couros deste experimento podem ser utilizados para esta finalidade, uma vez que os valores encontrados são muito superiores (Tabela 10).

Hilbig et al. (2010), relataram valor médio de 37,96 N/mm no teste de rasgamento progressivo para couros de rãs curtidos com sais de cromo. Este valor é muito inferior aos encontrados neste experimento (Tabela 10).

Os resultados obtidos nestes ensaios estão associados diretamente as alterações nas etapas do processo de curtimento, porque as peles de peixes apresentavam as mesmas características (tempo, conservação, peso dos animais).

Conclusões

O caleiro de uma hora seria o mais recomendado em função de menor ação dos produtos sobre o couro. A purga menos agressiva seria com 0,5% de enzima proteolítica sobre o peso das peles, porém os melhores resultados seriam para 0,7% de enzima proteolítica com aplicação em única vez. O couro de surubim pode ser curtido com sais de cromo ou tanino vegetal para apresentar as mesmas características de resistência no couro. Pode ser adicionado de 5% a 9% de óleos nos couros, sendo que a tendência aos melhores resultados seria para 8% de adição de óleos no engraxe. A técnica de curtimento tradicional (Trat₃) proporcionou couro mais macio, com maior elasticidade, porém a maior resistência ao rasgamento foi obtido para a técnica de curtimento 1 (sem a execução do caleiro).

Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10455; Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos**. Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11035; Couro - Corte de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2005a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11041; Couros - Determinação da resistência à tração e ao alongamento**. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11052; Couro - Determinação da espessura**. Rio de Janeiro, 2005b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11055; Couro - Determinação da força de rasgamento progressivo**. Rio de Janeiro, 2005c.
- ALMEIDA, R.R. A pele de peixe tem resistência e flexibilidade? **Revista do Couro**, v.127, p.49-53, 1998.
- BASF. **Vademécum do curtidor**. Ludwighafen, 2005. 441p.
- CONTRERAS-GUSMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994, 409p.
- FOCKINK, D.H.; CAMARGO, M.; HILBIG, C.C. et al. Resistência da pele de tilápia do nilo (*Oreochromis Niloticus*) submetida a um curtimento ecológico. In: II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca. **Anais...** 2010.
- FRANCO, M.L.R.S; PRADO, M.; FERNANDES, V.R.T. et al. Diferentes níveis de óleo no processamento de peles de Cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*). In: AQUACIÊNCIA, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010.
- FRANCO, N.P. Níveis de óleos no processamento de peles de tilápia do Nilo: testes físico-mecânicos. In: WORKSHOP DO GRUPO DE TRABALHO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE, 4, SEMINÁRIO DE EDITORAÇÃO E PUBLICAÇÃO DA REVISTA CIENTÍFICA DA AQUABIO, 1. 2008, Maringá. Aquaciência, 2008. **Anais...** Maringá: AQUABIO, [2008] (CD-ROM).
- 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, 15, 2001. Salvador. **Anais...** 1:108-119.
- HILBIG, C.C.; FOCKINK, D.H.; CAMARGO, M. et al. Resistência da pele de rã-touro (*Rana catesbeiana*) curtida com sais de cromo e tanino vegetal. In: II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca. **Anais...** 2010.
- HOINACKI, E. **Peles e Couros - Origens, defeitos e industrialização**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Henrique d'Ávila Bertaso, 1989. 319p.
- INGRAM, P.; DIXON, G. Fishskin leather: na innovate product. **J. Soc. Leather Technol. Chem.**, Pedbourne, v.79, p.103-106, 1994.
- KUBITZA, F. et al. Produção intensiva de surubins no projeto Pacu. Ltda e Água Peixe Ltda. In: AQUICULTURA BRASIL 98. 1998. Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998.
- MACHADO, S.D. **Aproveitamento e tecnologia do curtimento de pele de peixe**. 2001. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp), Campo Grande, 2001.

- PEDERZOLLI, A.R. et al. Study of the economical viability of processing of fish skins. In: Congress Of The Internacional Union Leather Technologists And Chemists Societies, 23. 1995, Friedrichshafen, **Proceedings...** Art. 40. 1995.
- PRIEBE, G.P.S. **Análise da composição da pele/couro em função das etapas do seu processamento em curtumes.** 2005; 60p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; ANDRADE-TALMELLI, E.F. et al. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei, siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. **Bol Inst Pesca**, v.29, p.151-159, 2003.
- SAS. **User's guide: statistics.** Version. 8.02. Cary, NC : SAS Institute, 2001. 254p.
- SOUZA, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe.** Eduem. Coleção Fundamentum. Maringá. 2004.
- SOUZA, M.L.R.; CASACA, J.; FERREIRA, I.C. et al. Avaliação da resistência do couro da carpa espelho curtido sem utilização de sais de cromo. **Tecnicouro**, Novo Hamburgo, v. 184, p. 57-59, 2002.
- SOUZA, M.L.R.; CASACA, J.M.; NAKAGHI, L.S.O. et al. Efeito da técnica de curtimento e do método utilizado para remoção da pele da tilápia-donilo sobre as características de resistência do couro. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1273-1280, 2006a.
- SOUZA, M.L.R.; CASACA, J.M.; SILVA, L.O. et al. Resistência da pele de carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) curtida pelas técnicas ao cromo e bioleather. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*. Maringá, v.26, n.4, p.421-427, 2004.
- SOUZA, M.L.R.; VALDEZ, M.D.C.A.; VIEIRA, A.L. et al. Avaliação da resistência da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. **Acta Sci. Anim. Sci.** 2006b.
- SOUZA, M.L.R.; DOURADO, D.M.; MACHADO, S.D. et al. Análise da Pele de Três Espécies de Peixes: Histologia, Morfometria e Testes de Resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1551-1559, 2003.
- VIEIRA, A.M.; KACHBA, Y.R.; FRANCO, M.L.R.S. et al. Curtimento de peles de peixe com taninos vegetal e sintético. **Acta Sci. Anim. Sci.** 2008, 30, 359 – 363.

V. DIFERENTES NÍVEIS DE ÓLEOS NO PROCESSAMENTO DE PELES DE *Pseudoplatystoma sp*

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe, sobre as características físico-mecânicas e químicas dos couros de surubim (*Pseudoplatystoma sp*). Cinco quilos de peles foram submetidos ao processo de curtimento e adicionados em cada tratamento 8%, 10%, 12%, 14% e 16% de óleos. Os níveis de óleos utilizados não influenciaram na espessura (0,98 a 0,66 mm) e na resistência do couro para os parâmetros de tração (17,72 a 29,15 N/mm²) e alongamento (64,63% a 84,13%), força máxima aplicada neste teste (142,70 a 217,53 N) e força máxima no rasgamento progressivo (58,10 a 72,80 N). Couros de todos tratamentos analisados apresentaram valores dentro das recomendações para aplicação em confecção de vestuário. Todavia, o mais indicado economicamente para o couro de surubim, seria adicionar 8% de óleos na etapa de engraxe, por não ter ocorrido diferença na resistência do couro entres os níveis de óleos avaliados.

Palavras-chave: couro de peixe, teste de tração e alongamento, teste de rasgamento progressivo

DIFFERENTS LEVELS OF OILS IN THE SKINS PROCESSING OF
Pseudoplatystoma sp

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of different levels of oils used in the grease step on the physical-mechanical and chemical characteristics of surubim's leather (*Pseudoplatystoma sp*). Five pounds of skin were submitted to the tanning process and then it was added to each treatment 8%, 10%, 12%, 14% and 16% of oils. The levels of oils did not affect the thickness (0.98 to 0.66 mm) and the resistance of the leather for the parameters of traction (17.72 to 29.15 N/mm²) and elongation (64.63 to 84.13%), maximum force applied in this test (142.70 to 217.53 N) and maximum force of progressive tearing (58.10 to 72.80 N). Leathers of all treatments analyzed showed values within the recommendations for use in making clothing. However, the economically most suitable for the surubim's leather, would add 8% of the oils in the grease step, because did not differ in the resistance of leather between the levels of oils evaluated.

Keywords: fish leather, traction and elongation test, progressive tearing test

Introdução

Atualmente a piscicultura está voltada para a produção de carne principalmente na forma de filés. De acordo com Contreras-Guzmán (1994), a espécie de peixe deve ser economicamente explorável e também fornecer a população uma fonte alternativa de alimento com elevado teor proteico, bem como possibilitar o aproveitamento de subprodutos gerados do seu abate. A filetagem gera uma elevada quantidade de resíduos, podendo ultrapassar 60% em relação ao peso total. Dentre esses resíduos, a pele é o principal, a pele representa de 4,5 a 10% do peso do peixe (Souza, 2008). Em função do método de filetagem, a pele sendo removida poderá ser submetida ao processo de curtimento e utilizada na confecção de bolsas, carteiras, vestuário, calçados e artefatos em geral. A extração da gelatina a partir da pele é outra opção.

O gênero *Pseudoplatystoma* inclui vários peixes da família Pimelodidae, ordem Siluriforme. Segundo Romagosa et al. (2003), são conhecidos como “surubins” e podem ser encontrados nas principais bacias hidrográficas sul americanas. Segundo Kubitzka et al. (1998), os surubins são peixes de água doce de grande valor comercial por apresentarem uma carne branca, saborosa, com baixo teor de gordura e sem espinhas.

Uma característica visual marcante dessas espécies é a pele espessa, com desenhos únicos, como por exemplo, o *P. corruscans* (pintado) que possui manchas escuras arredondadas, o *P. fasciatum* (cachara) que possui listras verticais escuras, enquanto o híbrido dessas duas espécies possui na pele um desenho escuro em forma de ponto e vírgula. Esses peixes chamam muita atenção pela beleza da sua pele, e a partir delas podem ser produzidos couros com desenhos únicos, típicos da espécie.

Para a transformação da pele em couro, é necessário submetê-la ao processo de curtimento. Ao longo das etapas de processamento, a pele sofre alterações por meio da adição de diversos produtos químicos que reagem com as fibras colágenas. Uma etapa de extrema importância no processo de curtimento é o engraxe, pois nesta, são adicionados óleos que funcionam como um lubrificante e evitam a aglutinação das fibras colágenas durante a secagem (Gutterres, 2001), além de proporcionar maior resistência ao couro (Hoinacki, 1989). De acordo com Simoncini et al. (1989), o curtimento depende de um grande número de fatores, mas o que mais se utiliza para determinar a maciez do couro é o engraxe, modificando, principalmente, a quantidade de óleos utilizados. Este autor, por outro lado, afirma que empregando maior quantidade de óleos aos couros, os custos são mais elevados, e há maior probabilidade de manchas

e possibilidade de defeitos como eflorescências e pouca resistência a solventes. Portanto, para as diferentes espécies de peixes há necessidade de avaliar a quantidade de óleos que deve ser adicionado no engraxe para proporcionar maior maciez e resistência ao couro.

Com a viabilidade no processamento de peles de surubim haverá uma agregação de valor a atividade, tornando-a interessante como mais uma fonte alternativa na atividade.

O objetivo do experimento foi avaliar o efeito da adição de diferentes níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe do processo de curtimento, sobre as características físico-químicas e mecânicas dos couros de *Pseudoplatystoma sp.*

Material e Métodos

O processo de curtimento das peles foi realizado no Laboratório de Processamento de Peles de Peixes e demais Espécies de Pequeno e Médio Porte, da Universidade Estadual de Maringá, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI). Foram utilizados 5 kg de peles de *Pseudoplatystoma sp* provenientes da Piscicultura Mar e Terra, em Itaporã-MS.

Após o abate, dos peixes foram retirados os filés e destes, com o auxílio de uma faca, removidas as peles. Em seguida, foram submetidas ao congelamento (-18°C) até o momento do curtimento.

Para o processo de curtimento as peles foram submetidas a uma série de etapas de acordo com Hoinacki (1989), Souza (2004) e Franco (2011). As etapas foram o remolho, descarte, caleiro (16 horas), desencalagem, desengraxe, purga (0,7%), piquel, curtimento (10% de sais de cromo), neutralização, recurtimento (3% tanino vegetal + 3% tanino sintético), engraxe, secagem e amaciamento. Sendo que para a etapa de engraxe, os couros foram divididos em cinco lotes e cada lote recebeu uma porcentagem de óleos (8%, 10%, 12%, 14% e 16%).

Foram realizadas análises químicas segundo as normas da ABNT (2001). As amostras dos couros dos diferentes tratamentos foram submetidas à determinação do óxido de cromo Cr₂O₃ (ABNT, 2007), das substâncias extraíveis com diclorometano (CH₂Cl₂) (ABNT, 1997a) e a determinação do pH e da cifra diferencial do pH de um extrato aquoso (ABNT, 2006a).

Após o processamento das peles, foram utilizados 20 couros de surubim de cada tratamento, para obtenção dos corpos de prova. Os corpos de prova foram retirados do couro (ABNT, 2005a) com auxílio de um balancim e em seguida foram levados para um ambiente climatizado em torno de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$, por 48h (ABNT, 2006b). Foram determinadas as medidas de espessura de cada amostra (ABNT, 2005b) para os cálculos de resistência à tração e alongamento (ABNT, 1997b) e ao rasgamento progressivo (ABNT, 2005c). Para os testes de resistência foi utilizado o dinamômetro da marca EMIC, com velocidade de afastamento entre as cargas de 100 ± 20 mm/min.-1. Foi utilizada uma célula de carga de 200 kgf. A calibração foi realizada pela Emic-Dcame, laboratório de calibração credenciado pela Cgcre/Inmetro sob nº 197.

Os parâmetros de resistência foram analisados por regressão com o uso do Proc GLM do SAS, versão 9.0 (SAS, 2001). O couro foi considerado a unidade experimental.

Resultados e Discussão

A determinação da resistência dos couros é muito importante, uma vez que se avalia a possibilidade do mesmo ser utilizado na indústria de vestuário.

Na Tabela 1, constam os valores de tração, alongamento e rasgamento progressivo para os couros engraxados com os diferentes níveis de óleos. Os couros apresentaram uma espessura que variou de 0,66 a 0,98 mm. Não houve diferença significativa para espessura, mostrando que a adição dos diferentes níveis de óleos na etapa de engraxe, não influenciou na espessura do couro (Tabela 1).

Os níveis de óleos aplicados na etapa de engraxe não influenciaram na resistência do couro de *Pseudoplatystoma sp* para os parâmetros analisados de tração e alongamento, carga máxima aplicada neste teste e força máxima no rasgamento (Tabela 1). A tração variou de $17,72$ N/mm² para $29,15$ N/mm² entre os diferentes níveis utilizados, sendo que houve uma tendência para uma equação quadrática, sendo o maior valor para o nível de 12% de adição de óleos. Com esse nível de adição de óleos também houve o mesmo comportamento para a força máxima aplicada nos testes de tração e alongamento, apesar de não ter diferido significativamente entre os tratamentos (Tabela 1). Para o alongamento os valores variaram de 64,63% a 84,13%, porém não houve diferença significativa para esta característica.

Tabela 1. Valores médios dos testes físico-mecânicos dos couros de *Pseudoplatystoma sp.*

Níveis de óleos	Tração e Alongamento			Rasgamento Progressivo		
	Espessura (mm)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)	Força máxima (N)	Espessura (mm)	Força Máxima(N)
Trat ₁ =8%	0,98	18,75	83,67	184,2	0,82	67,73
Trat ₂ =10%	0,83	20,43	77,93	182,70	0,75	58,10
Trat ₃ =12%	0,75	29,15	80,97	217,53	0,66	64,70
Trat ₄ =14%	0,80	17,72	64,63	142,70	0,82	72,80
Trat ₅ =16%	0,78	18,40	84,13	144,40	0,78	69,27
Teste F	1,98 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,82 ^{ns}	0,88 ^{ns}	2,14 ^{ns}
CV(%)	13,47	16,27	15,34	23,1	21,7	14,37

^{ns} - Não significativo (P>0,05)

De acordo com Basf (2005), a exigência de qualidade estabelecida para camurça, nubuk e couro napa acabado (todos para vestuário) é de 12 N/mm² para resistência à tração. Sendo assim, para essa característica analisada, todos os níveis de óleos utilizados no engraxe, proporcionaram um couro dentro do recomendado para confecção de vestuário.

Hoinacki (1989) relata que o couro bovino curtido ao cromo deve apresentar uma resistência à tração de no mínimo 9,80 N/mm² e uma alongação até a ruptura de no mínimo 60% para a confecção de vestuário. Sendo assim, comparando-se os resultados de resistência dos couros de peixes aos relatados para bovinos, todos os valores foram superiores aos recomendados.

Franco et al. (2008), analisando peles de tilápia curtidas com 6% de sais de cromo e recurtidas com 4% de tanino vegetal, quando submetida aos diferentes níveis de óleos de engraxe (variando de 4 a 9% de óleos), obtiveram valores médios para o teste de tração de 8,68 N/mm² a 15,54 N/mm², rasgamento progressivo de 31,28 N/mm a 37,76 N/mm e o alongamento variou de 65% a 75,17%. Neste experimento os níveis utilizados variaram de 8 a 16% e todos os valores encontrados foram superiores aos encontrados por Franco et al. (2008), mostrando que o couro de *Pseudoplatystoma sp* apresenta maior resistência, independente de ter sido utilizado maiores níveis de adição de óleos.

Franco et al. (2010), analisando diferentes níveis (6% a 9%) de óleos na etapa de engraxe de couros de cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*) de 0,79 mm a 0,99mm de espessura, obtiveram maior resistência a tração utilizando 7, 8 e 9% (23,67, 20,93 e 25,61 N/mm², respectivamente). Os níveis de óleos utilizados pelos autores não

influenciaram na elasticidade dos couros, assim como neste experimento. Se comparar os níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe, no experimento de Franco et al. (2010) que foi de 6% a 9% e obtiveram diferença significativa e neste experimento, com o surubim (híbrido), não houve diferença na margem utilizada de adição de óleos de 8% a 16%, tudo indica que essa diferença estatística tenha sido pela estrutura do couro (arquitetura das fibras colágenas) ou por causa de uma insuficiente fixação dos óleos de engraxe neste experimento.

Na Tabela 2, constam os resultados obtidos das análises químicas dos couros em função dos níveis de óleos utilizados na etapa de engraxe. O menor valor de óxido de cromo foi para os couros engraxados com 10% de óleos (1,6%). O resultado obtido de óxido de cromo está relacionado com a proporção desse curtente fixado às fibras colágenas. De acordo com Basf (2005), o valor de óxido de cromo no couro deve estar acima de 2,5%, para que se obtenha um bom resultado no teste de fervura ou retração, para não ocorrer a desnaturação do colágeno. Já, Hoinack (1989) afirma que o valor de óxido de cromo no couro deve estar acima de 3%. Todavia, mesmo com valores baixos de óxido de cromo, os couros de *Pseudoplatystoma sp* apresentaram bons resultados de resistência quando comparado com a literatura. Tudo indica que ainda faltou trabalhar melhor a pele nas etapas iniciais do processamento (remolho, caleiro, desencalagem, purga e piquel) para maior eficiência na penetração e fixação do agente curtente no couro, uma vez que se detectou baixo valor fixado de óxido de cromo, alguma interferência ocorreu ao longo do processo que não permitiu melhores resultados no couro. Um outro fator pode ter sido a baixa quantidade de alcalis utilizado na basificação para a fixação dos sais de cromo. Uma vez que para ocorrer a reticulação do cromo com as fibras colágenas, há necessidade de adição de produtos alcalinos para fixação do mesmo nas fibras colágenas.

Tabela 2. Valores médios dos testes físico-químicos dos couros de *Pseudoplatystoma sp*.

Níveis de óleos	Óxido de Cromo Cr ₂ O ₃ (%)	pH	Cifra Diferencial	Substâncias Extraíveis com Diclorometano (%)
Trat ₁ = 8%	2,0	4,2	***	9,9
Trat ₂ = 10%	1,6	4,3	***	9,5
Trat ₃ = 12%	2,2	4,0	***	10,5
Trat ₄ = 14%	2,2	5,1	***	8,2
Trat ₅ = 16%	2,2	4,4	***	13,3

*** A cifra diferencial somente age como um critério para a presença de ácidos fortes livres ou bases em extrato aquoso com valores de pH abaixo de 4,0 ou acima de 10.

A análise de substâncias extraíveis com diclorometano indica o conteúdo de óleos e graxas no couro. Os resultados obtidos variaram de 8,2% a 13,3% (Tabela 2). Para couros utilizados em vestuário, segundo Basf (2005), as substâncias extraíveis em diclorometano deveria ser no máximo entre 16% a 18%. Dessa forma, os valores obtidos neste experimento estão abaixo do recomendado. Significando que nem todo o óleo adicionado foi fixado no couro. Todavia, pode-se observar que no tratamento três (12% de adição de óleos), o pH final do couro foi 4,0, valor este próximo ao do ideal para fixação (pH 3,5), associado com a quantidade de óxido de cromo no couro (2,2%) e a quantidade de óleo fixado no produto final (couro), proporcionou um dos melhores resultados de resistência e tração, e um dos maiores valores para alongamento e carga máxima para ruptura, apesar de não ter diferido estatisticamente entre os tratamentos.

De modo geral, as características físico-mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por proporcionar uma maior resistência e um couro mais macio e elástico pela presença dos óleos que envolvem as fibras colágenas, uma vez que os óleos funcionam como lubrificante e evitam a aglutinação das mesmas durante a secagem (Hoinacki, 1989; Gutterres, 2001). Entretanto, os agentes curtentes adicionados nas etapas de curtimento e recurtimento devem penetrar e serem fixados adequadamente nas fibras colágenas, para proporcionar maior estabilidade à estrutura fibrosa e serem lubrificadas pelos óleos aplicados no engraxe (Hoinacki, 1989).

Em virtude do processo de curtimento, o pH do couro normalmente se apresenta ácido; no entanto, uma quantidade excessiva de ácido no interior do couro pode ocasionar problemas. Todavia, isso não ocorreu neste experimento, porque o valor de pH do couro variou de 4,0 a 5,1. Segundo Hoinacki (1989) o valor mínimo de pH no couro semiacabado deve ser de 3,5 e a Cifra Diferencial no máximo 0,7. O autor afirma ainda que uma grande quantidade de ácido no interior do couro pode ocasionar problemas. Sendo assim, todos os valores de pH obtidos neste experimento estão acima do valor mínimo recomendado. Todavia, valores elevados de pH fazem com que não se obtenha uma boa fixação dos óleos utilizados no engraxe, resultando nos valores baixos encontrados para as substâncias extraíveis em diclorometano, assim os couros não apresentaram boa maciez e elasticidade em função da baixa fixação de óleos nas fibras colágenas, bem como menor teor de óxido de cromo que reagiu com as mesmas. A cifra diferencial não deu leitura em função dos altos valores de pH no couro, que foram igual ou acima do pH 4,0 (Tabela 2).

Os níveis de óleos aplicados na etapa de engraxe não interferiram na resistência dos couros, provavelmente em função das etapas iniciais do processo de curtimento, dificultando a maior penetração e fixação de óxido de cromo, associado ao baixo teor de óleos que se fixaram ao couro (baixos valores de substâncias extraíveis com diclorometano) e alto pH final do couro, que se refere ao pH de fixação dos produtos no couro.

Conclusões

Os níveis de óleos aplicados na etapa de engraxe não interferiram na resistência dos couros de surubim (*Pseudoplatystoma sp*). Todavia, novos estudos devem ser realizados para melhor investigação, uma vez que pelas análises químicas se pode observar baixos níveis de substâncias extraíveis com diclorometano nos diferentes tratamentos, assim como teor de óxido de cromo e alto pH final do couro. Deveria ser adicionado mais ácido após o engraxe para melhor fixação dos óleos do engraxe, reduzindo o pH para o mínimo recomendado de 3,5. Apesar dos couros não apresentarem elevada maciez ao toque, os couros de todos os tratamentos analisados apresentam valores dentro das recomendações para aplicação em confecção de vestuário segundo Basf (2005). Todavia, é um couro com características de beleza por seus desenhos únicos, típicos da espécie, que enriqueceria muito a inclusão de detalhes nas bolsas, pastas e acessórios e geral.

Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10455; Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos**. Rio de Janeiro, 2006b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11030; Couro - Determinação de substâncias extraíveis em diclorometano**. Rio de Janeiro, 1997a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11034; Couro - Preparação de amostras de couro para análise química**. Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11035; Couro - Corte de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2005a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11041; Couros - Determinação da resistência à tração e ao alongamento**. Rio de Janeiro, 1997b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11052; Couro - Determinação da espessura**. Rio de Janeiro, 2005b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11054; Couro - Determinação de óxido crômico total**. Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11055; Couro - Determinação da força de rasgamento progressivo**. Rio de Janeiro, 2005c.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11057; Couro - Determinação do pH e da cifra diferencial**. Rio de Janeiro, 2006a.
- BASF. **Vademécum do curtidor**. Ludwigshafen, 2005. 441p.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 409p.
- FRANCO, M.L.R.S. Transformação da pele do peixe em couro. In: GONÇALVES, A.A (Ed.). **Tecnologia do Pescado: ciência, Tecnologia, Inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu. 2011. p.407-425.
- FRANCO, M.L.R.S; PRADO, M.; FERNANDES, V.R.T.; SOUZA, E.D.; GASPARINO, E. Diferentes níveis de óleo no processamento de peles de Cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*). In: AQUACIÊNCIA, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010.
- FRANCO, N.P. Níveis de óleos no processamento de peles de tilápia do Nilo: testes físico-mecânicos. In: WORKSHOP DO GRUPO DE TRABALHO DE CAMARÕES DE ÁGUA DOCE, 4, SEMINÁRIO DE EDITORAÇÃO E PUBLICAÇÃO DA REVISTA CIENTÍFICA DA AQUABIO, 1. 2008, Maringá. Aquaciência, 2008. **Anais...** Maringá: AQUABIO, [2008] (CD-ROM).
- 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, 15., 2001. Salvador. **Anais...** Salvador: 2001. p.108-119.
- HOINACKI, E. **Peles e couros: origens, defeitos, e industrialização**. Porto Alegre: Henrique d'Ávila Bertaso, 1989. 319p.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; BRUM, J.A. Surubim: produção intensiva no Projeto Pacu Ltda. e Agropeixe Ltda. **Panorama da Aquicultura**, v.49, p.25-32, 1998.
- ROMAGOSA, E.; PAIVA, P.; ANDRADE-TALMELLI, E.F. et al. Biologia reprodutiva de fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (teleostei,

- siluriformes, pimelodidae), mantidas em cativeiro. **Bol Inst Pesca**, v.29, p.151-159, 2003.
- SAS. **User's guide: statistics**. Version. 8.02. Cary, NC : SAS Institute, 2001. 254p.
- SIMONCINI, A. **Produção de couros macios com emprego de quantidade reduzida de graxas e avaliação da maciez**. Cuoio Pelli Mat. Concianti, Ano 65, n.6, Dezembro de 1989.
- SOUZA, M.L.R. Diferentes técnicas de recurtimento em peles de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): qualidade de resistência. **Ensaio Cienc.**, v.8, n.2, p.195, 2004.
- SOUZA, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe**. Maringá: Eduem, 2008. 59p.