



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET**

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA PELE E
AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO COURO DE
PIRARARA (*Phractocephalus hemioliopterus*, BLOCH
& SCHNEIDER 1801) ORIUNDO DO ESTADO
DO AMAZONAS**

MARIA DO PERPETUO SOCORRO SILVA DA ROCHA

**MANAUS - AM
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET**

MARIA DO PERPETUO SOCORRO SILVA DA ROCHA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA PELE E
AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO COURO DE
PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*, BLOCH
& SCHNEIDER 1801) ORIUNDO DO ESTADO
DO AMAZONAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Pesqueiras, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio José Inhamuns da Silva
Co-Orientador: Prof. Dr. José Fernando Marques Barcellos**

**MANAUS - AM
2013**

Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

R672a Rocha, Maria do Perpetuo Socorro Silva da.
Aspectos morfológicos da pele e avaliação qualitativa do couro de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*, Bloch & Schneider 1801) oriundo do Estado do Amazonas / Maria do Perpetuo Socorro Silva da Rocha. - 2013.
170 f. : il. color. ; 31 cm.
Tese (doutorado em Ciências Pesqueiras) — Universidade Federal do Amazonas.
Orientador: Prof. Dr. Antonio José Inhamuns da Silva.
Co-orientador: Prof. Dr. José Fernando Marques Barcellos.

1. Peixe - Peles 2. Bagre (Peixe) - Couros 3. Pimelodidae – Amazonas 4. Fibras 5. Curtimento I. Silva, Antonio José Inhamuns da, orientador II. Barcellos, José Fernando Marques, orientador III. Universidade Federal do Amazonas IV. Título

CDU (2007): 675.035(811.3)(043.2)

Sinopse:

Estudou-se as imagens histológica e pelo microscópio eletrônico de varredura a pele de um bagre da região Amazônica, denominado de pirarara. Os aspectos morfológicos da pele *in natura* e durante algumas etapas do processo de curtimento. A resistência dos couros obtidos foi avaliada após o processo

MARIA DO PERPETUO SOCORRO SILVA DA ROCHA

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA PELE E
AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO COURO DE
PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*, BLOCH
& SCHNEIDER 1801) ORIUNDO DO ESTADO
DO AMAZONAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Pesqueiras, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovada em 06 de junho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manuel Antonio Chagas Jacinto
Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária - Embrapa São Carlos - SP.

Profa. Dra. Mariliz Gutterres
Universidade Federal do Rio Grande do sul - UFGS

Prof. Dr. Rogério Souza de Jesus
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA

Prof. Dr. Wallice Luiz Paxiúba Duncan
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Pedro Roberto de Oliveira
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Dedico,

*À minha mãe, **María Augusta**, pelo exemplo de vida, pelos ensinamentos em busca de DEUS.*

*Ao meu pai, **João Carneiro** pelo exemplo de homem simples, honesto e trabalhador (in memoriam).*

*As minhas tias, **Jucineide e María Luíza**, mães postizas, pela presença constante em minha vida.*



AGRADECIMENTO ESPECIAL,

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Antonio José Inhamuns** pela confiança depositada quando do meu ingresso na UFAM para realização do doutorado e ao Co-Orientador: Prof. Dr. **Fernandes Marques** e a ambos pela oportunidade de desfrutar dos seus valiosos ensinamentos científicos, os quais foram fundamentais para meu aprendizado.



AGRADECIMENTOS

Foram muitas pessoas que me acompanharam durante a realização dessa tese, com as quais divido os méritos deste trabalho:

A **DEUS** pelo dom da vida, pela qual devemos agradecer a cada dia;

À família que é o alicerce de nossa vida, a inspiração que eu busco forças para continuar;

À minha **mãe** mulher simples e sábia. Meu **pai** homem simples e lutador (*in memória*);

Aos meus irmãos **Mario, Julio, Gerson e Patrícia** e Cunhadas (o) pela união e paz que sempre reina em nossa família;

Aos meus sobrinhos **Katiane, Victor, Geyciane e Sofia** pelos momentos de purezas juntos;

As minhas tias, **Jucineide Trindade e Maria Luiza**, por todos estes anos de convivência familiar;

A minha amiga especial **Maria Oliveira**, por todos os momentos que desfrutamos juntas;

Ao professor **José Jorge Rebello** responsável pela planta - piloto de curtimento de peles de peixes do INPA pelos conhecimentos e experiências passads;

Aos colegas de pós-graduação **Maria, Renata, Hérlon, Ronã, Heitor, Rafael, Daniel, Flavia, Fabíola, Charles, Joel** os quais mantemos contato pela amizade consolidada durante os anos de convivência;

À Profa. Dra. **Mariliz Gutterres**, que tão gentilmente aceitou realizar os testes de resistência, junto ao Departamento de Engenharia Química. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO). UFRGS.

A toda a “família” do Laboratório de Tecnologia do Pescado UFAM e especialmente aos responsáveis e queridos **Ricardo Aparício e Fábio Lopes**

A todos do Laboratório de Histologia da UFAM e em especial a **Rose e a Maiza** meninas vocês foram meu braço direito em toda área histológica;

À Universidade Federal do Amazonas no Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – PPG-CIPET

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia em especial ao Laboratório Temático de Microscopia Óptica e Eletrônica – LTMOE/CPAAF/INPA em nome do responsável **Wilson Meirelles** pelo auxílio no processamento e leitura das imagens;

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo suporte financeiro e concessão da bolsa;

A todos os professores de pós-graduação e em especial **Dr. Inhamuns, Dr. Carlos Edvar, Dr. Luiz Enoue, e o Dr. Jansen Zuanon** pelos conhecimentos transmitidos, a prática de vida, a experiência, a orientação e principalmente o carinho com que fui tratada;

A todos que direta ou indiretamente participaram ou estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho.

Muito obrigada!



*Senhor, quem pode hospedar-se em tua tenda
e habitar em teu monte Santo?*

Quem age na integridade e pratica a justiça:

*quem fala sinceramente o que pensa e não usa
a língua para caluniar;
quem não prejudica seu próximo, e não
difama seu vizinho;
quem despreza o injusto, e honra os que
temem a Javé;
quem sustenta o que jurou, mesmo com
prejuízo seu;
quem não empresta dinheiro com juros,
nem aceita suborno contra o inocente.*

Quem age desse modo, jamais será abalado!

Salmos 15



LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Dados de captura e composição centesimal das peles de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*)

FIGURA 1: Localização das áreas sobre os dados de captura	43
FIGURA 2: Localização da área de coleta das amostras	44
FIGURA 3: Pirarara (<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>)	45
FIGURA 4: Pele <i>in natura</i> de pirarara	46
FIGURA 5: Determinação de umidade, proteína, lipídeos e cinza.	47
FIGURA 6: Gordura junto às vísceras: 6a seca- 6b cheia.	59
FIGURA 7: Excesso de gordura na pele: 7a seca -7b cheia.	59

CAPÍTULO II

Características histológicas das peles e do couro de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*)

FIGURA 1: Imagem representativa da pele.	74
FIGURA 2: Camadas da epiderme. (a) imagem por microscopia óptica; (b) imagem por microscopia eletrônica.	78
FIGURA 3: Amostras das peles para análises histológicas.	89
FIGURA 4: Amostras das peles fixadas em formol.	89
FIGURA 5: Amostras das peles após a desidratação	90
FIGURA 6: Amostras das peles inclusas em parafina.	91
FIGURA 7: Etapas de microtomia: Blocos mantido a -5 °C (a) Corte dos blocos (b) Distensão da fita em banho-maria (c).	93
FIGURA 8: Bateria para coloração HE.	95
FIGURA 9: Aparelho para ponto crítico (a) Aparelho de metalizar (b)	96
FIGURA 10: Imagem histológica da pele	97
FIGURA 11: Imagem da derme compacta da região média dorsal, antes do curtimento no período da Seca.	98
FIGURA 12: Imagem da derme compacta da região ventral final, antes do curtimento no período da Cheia.	98
FIGURA 13: Imagem da derme compacta da porção final da linha lateral, antes do curtimento, época da seca.	100
FIGURA 14: Imagem da derme e hipoderme (HD) da porção média dorsal.	100
FIGURA 15: Análises histológica descritiva.	101
FIGURA 16: Análise histológica da derme compacta da pele de pirarara (<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>).	102
FIGURA 17: Pele de pirarara (<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>) em corte longitudinal.	103
FIGURA 18: Análises histológica do processo de curtimento	104
FIGURA 19: Micrografia da pele de pirarara em corte longitudinal. Região final dorsal da pele. Com melanóforos.	105

FIGURA 20: Análise no MEV para peles <i>in natura</i> . Época Cheia e Seca. Região média da linha lateral.	106
FIGURA 21: Análise no MEV para peles <i>in natura</i> . Pele de pirarara parte anterior ventral. Época da cheia e Seca.	107
FIGURA 22: Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da superfície da flor da pele de pirarara.	108
FIGURA 23: Micrografia Eletrônica de Varredura. Etapas do processo de curtimento (remolho, piquel, curtimento, recurtimento/engraxe e couro). Época da Chjeia.	109
FIGURA 24: Micrografia Eletrônica de Varredura Etapas do processo de curtimento (remolho, piquel, curtimento, recurtimento/engraxe e couro). Época da seca	110
FIGURA 25: Micrografia eletrônica de varredura (MEV) ao nível da linha lateral da pele de pirarara (<i>Phractocephalus hemioliopterus</i>)	112
FIGURA 26: Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da pele de pirarara (<i>Phractocephalus hemioliopterus</i>) em corte transversal.	113
FIGURA 27: Micrografia eletrônica de varredura (MEV). Foto panorâmica do corte longitudinal da flor da pele de pirarara. Demonstrando a região anterior ventral.	115
FIGURA 1. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da pele de pirarara em corte longitudinal durante a etapa de recurtimento/engraxe.	116
CAPÍTULO III	
Processo de curtimento das peles e avaliação da resistência do couro de pirarara (<i>phractocephalus hemioliopterus</i>)	
FIGURA 1: Fileteamento da pirarara	147
FIGURA 2: Pele <i>in natura</i>	147
FIGURA 3: Fluxograma das etapas de curtimento das peles	148
FIGURA 4: Fulão para curtimento com vista externa (a) e vista interna durante adição dos produtos (b)	149
FIGURA 5: Corpos de prova do couro	149
FIGURA 6: Corpos de prova para os testes	150
FIGURA 7: Couro após a etapa de curtimento	150
FIGURA 8: Couro após a etapa de curtimento	154
FIGURA 9: Aspecto visual do couro de pirarara	156
FIGURA 10: Artefatos em couro de pirarara	157
FIGURA 11: Corpos-de-prova do couro de pirarara da seca (a) cheia (b)	158

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Dados de captura e composição centesimal das peles de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*)

TABELA 1: Dados da produção pesqueira da espécie Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), desembarcada em diferentes locais da Amazônia. 53

TABELA 2: Médias de comprimento furcal (cm), comprimento total (cm) e peso (Kg) da espécie pirarara nos anos 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca) na Amazônia. 56

TABELA 3: Médias do peso (kg) e rendimento da espécie pirarara no período da cheia na Amazônia no ano de 2010 (cheia). 57

TABELA 4: Composição centesimal da pele *in natura* de pirarara coletada no período da cheia (2010) e seca (2011). 60

CAPÍTULO II

Características histológicas das peles e do couro de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) A

CAPÍTULO III

Processo de curtimento das peles e avaliação da resistência do couro de pirarara (*phractocephalus hemiliopterus*)

TABELA 1: Médias dos resultados dos testes de resistência, utilizando épocas sazonais (cheia e seca) dos rios Amazônicos. 161

TABELA 2: Médias dos resultados dos testes de resistência do couro de pirarara na época sazonal da cheia. 162

TABELA 3: Médias dos resultados dos testes de resistência em dois sentidos de cortes, na época sazonal da seca. 163

TABELA 4: Resultado do teste F e valor de p resultado do teste F comparado estimativas dos parâmetros de resistência nas direções longitudinal e transversal dos dois períodos sazonais (Cheia e Seca) do couro curtido com tanino vegetal. 165

SUMÁRIO

	viii
Lista de figuras	x
Lista de Tabelas	xii
1.INTRODUÇÃO GERAL	15
Justificativa	22
2.OBJETIVOS	24
2.1 Geral	24
2.2 Específicos	24
3.Referências Bibliográficas	25
CAPÍTULO I	29
Dados de captura e composição centesimal das peles de pirarara (<i>Phractocephalus hemioliopterus</i>)	
RESUMO	29
ABSTRACT	30
1. INTRODUÇÃO	31
2. REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1 Amazônia	33
2.2 Captura	35
2.3 Espécie	39
2.4 Composição centesimal e rendimento	41
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.2 Áreas de coleta das amostras	43
3.3 Composição centesimal da pele in natura	46
3.4 Rendimento da pirarara	47
3.5 Análises estatísticas	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 Dados de captura	48
4.2 Biometria e Rendimento	53
4.3 Composição centesimal da pele in natura	57
5. CONCLUSÕES	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
CAPÍTULO II	66
Aspectos morfológicos das peles e do couro de pirarara (<i>phractocephalus hemioliopterus</i>)	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
1 INTRODUÇÃO	68
2.REVISÃO DE LITERATURA	70

2.1 Histologia da Pele	70
2.2 Pele	71
2.2.1 A epiderme	74
2.2.2 A derme	75
2.2.3 A hipoderme	76
2.2.4 Colágeno	76
2.3 Couro	79
2.4 Microscopia eletrônica	81
3. MATERIAL E MÉTODOS	83
3.1 Áreas de estudo	83
3.2 Coleta das amostras	83
3.3 Procedimentos	83
3.3.1 Análises morfológicas das peles e do couro	83
3.3.1.1 Processo de fixação	84
3.3.1.2 Processo para desidratação	85
3.3.1.3 Preparação da parafina	85
3.3.1.4 Incluir o material em parafina	85
3.3.1.5 Microtomia	86
3.3.2 Técnicas de coloração das lâminas histológicas	87
3.3.2.1 Técnica Hematoxilina Eosina (HE)	87
3.3.2.2 Coloração de Tricrômico de Masson	88
3.3.2.3 Coloração ácida Periódico-Schiff (P.A.S).	88
3.3.2.4 Coloração Orceina	89
3.3.2.5 Montagem final da lâmina	90
4.3.4 Análises morfológicas das peles e do couro para MEV	90
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	92
4.1 Histologia da pele <i>in natura</i>	92
4.2 Histologia da pele durante as etapas do curtimento	98
4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura das peles <i>in natura</i>	102
4.4 Microscopia Eletrônica de Varredura durante o processo de curtimento	104
5. CONCLUSÕES	115
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
CAPÍTULO III	125
Curtimento ao vegetal de peles de peixe pirarara (<i>phractocephalus hemiliopterus</i>) e avaliação da resistência do couro	125
RESUMO	125
ABSTRACT	126
1. INTRODUÇÃO	127
2. REVISÃO DE LITERATURA	129

2.1 Indústria do couro	129
2.2 Processo de curtimento	130
2.3 Taninos	137
2.4 Couro	139
2.5 Testes de resistência	142
2.4 Microscopia eletrônica	143
3. MATERIAL E MÉTODOS	144
3.1 Processo de curtimento das peles	144
3.2 Testes de resistência do couro de peixes	146
3.3 Delineamento experimental	148
3.4 Análise estatística	148
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	149
4.1 Fases do curtimento das peles	149
4.2 Teste de resistência do couro	153
5. CONCLUSÕES	161
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162

RESUMO

A pesca na Amazônia se caracteriza pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população local por essa atividade. Estudos demonstraram ser importante realizar a histologia da arquitetura das fibras colágenas da derme dos peixes. Os couros de peixes são considerados uma alternativa na busca por novos subprodutos que contribuam para o desenvolvimento sustentável. Este trabalho teve como objetivo uma análise descritiva da pele e avaliação qualitativa dos couros de pirarara provenientes do Estado do Amazonas. As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM, Laboratório de Tecnologia na planta-piloto de curtimento de peles-INPA, Laboratório Temático de Microscopia Óptica e Eletrônica – LTMOE/CPAAF/INPA e Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO-RS). Os resultados de produção para pirarara, desembarcada em diferentes locais do Estado do Amazonas, entre 2001 e 2012, foram de 3378 t. A composição centesimal da pele *in natura* coletada no período da cheia (2010) e seca (2011) apresentou respectivamente: Umidade: 61,20% e 58,43%; Proteínas: 38,29% e 42,00%; Lipídios: 1,36% e 3,9%. Cinzas: 0,63% e 0,67%. Na pele *in natura* observa-se uma epiderme delgada e, logo abaixo, uma derme superficial com cromatóforos contendo grânulos abundantes e bastante evidentes de melanina. A região média dorsal, a derme superficial e profunda composta por arranjo de fibras colágenas do tipo I dispostas no sentido longitudinal, transversal e vertical. Na região anterior dorsal (época da seca) e região final dorsal (época da cheia) há presença de fibras compactas, não apresentando evidências de diferença entre as épocas. Na região dorsal anterior em relação ao comprimento do corpo (época da cheia), foi observada que as fibras colágenas encontram-se menos compactas e íntegras, dispendo-se em ângulos próximos a 45° ao longo da pele, cruzando com outras que lhes são perpendiculares ocorrendo um “entrelace”, formando feixes longos e bem orientados. Na etapa de recurtimento/engraxe, observa-se fibras e fibrilas colágenas bem individualizadas e espaçadas, propiciando a flexibilidade e maciez ao couro. O curtimento ao vegetal obteve-se resultado satisfatório. As espessuras médias dos couros utilizados para os testes de resistência a tração e alongamento e para o rasgamento progressivo foram 1,54 e 1,57mm. Para tração e alongamento, a resistência ao rasgo foi menor no período da cheia (55,63 N/mm) comparado ao da seca (69,86 N/mm) e a força máxima foi menor na cheia (80,20 N) em relação à seca (97,17 N). Somente a força máxima do rasgamento – longitudinal (76,63 N) e transversal (83,77 N) – diferiu significativamente. A comparação dos períodos de cheia e seca não demonstrou diferença significativa quanto aos cortes – 19,73 e 20,09 N/mm² para tensão máxima; 62,19 e 63,30 N/mm para rasgo – para os sentidos longitudinal e transversal, respectivamente. Quanto ao alongamento, a maior resistência foi no sentido transversal (40,62%) em relação ao longitudinal (33,29%).

Palavras-chave: Pirarara, derme, fibras, curtimento, resistência

I. INTRODUÇÃO GERAL

A região Amazônica, a maior do planeta em biodiversidade, mede 3.904.000 km² e é caracterizada por grandes extensões de rios, lagos e igarapés, assim a pesca constitui uma das bases da atividade econômica da região. É importante no que se refere ao suprimento de proteína animal para a população, à ocupação de mão-de-obra, à geração de renda e à arrecadação pelo Estado (SEBRAE, 2001).

Segundo Irion e colaboradores (1997), a bacia do Solimões-Amazonas é composta de grande rio com amplas planícies adjacentes, cumpre um ciclo hidrológico previsível, anualmente ocorrem inundações decorrentes do transbordamento lateral da água do canal principal do rio em direção à planície. Essa é denominada de várzea, que é um sistema complexo de lagos de planícies inundáveis, remansos, canais, diques e ilhas.

A hidrologia da bacia amazônica configura-se como um imenso complexo de rios, igarapés, lagos, canais e furos os quais abrigam cerca de 20% de toda água doce da terra. Nos rios de águas claras e escuras a diversidade da ictiofauna é elevada e a pesca é relativamente desenvolvida, a maior produção e produtividade biológica ocorrem nas águas brancas, além das áreas de várzea, onde há abundância de habitats utilizados pelos peixes (SANTOS e SANTOS, 2005)

A diversidade hídrica da região Amazônica faz-se conhecer para uma enorme quantidade de rios, igarapés e lagos aliados a grande quantidade de espécies ictíicas (piscícola) vivendo em suas águas, resultando na diversificada variedade de peixes, entre 2000 e 3000 espécies (GOULDING, 1980; VAL e ALMEIDA-VAL, 1995).

Essa diversidade de espécies é comercializada tanto no mercado nacional como internacional, sendo que muitas espécies podem ser vendidas na forma de filé facilitando o aproveitamento das peles (ALMEIDA, 2006). No Amazonas pode-se observar que após a filetagem do pescado são geradas elevadas quantidades de resíduos, peles de peixes, que podem ser transformados em novos produtos de alto valor comercial.

De acordo com Almeida (2006), na Amazônia um volume significativo de pescado é desembarcado e processado pela indústria pesqueira, que reúne cerca de 20 grandes frigoríficos. Estes atuam com mercados internacionais chegando a 88% por causa dos preços altos dos produtos. O mercado nacional representa 70% do total, sendo que algumas operam unicamente com esse mercado. Por fim, as empresas que atuam no mercado local somam 41% do total. Nos mercados nacionais e internacional o que predomina como vendas são os “peixes lisos”.

A importância da pesca na Amazônia deve-se a três fatores: o consumo da população ribeirinha residente na várzea amazônica, que geralmente não entra nas estatísticas do governo; o consumo da população dos centros urbanos regionais, que tem no pescado uma considerável fonte de proteínas; e o consumo do setor industrial (MCGRATH *et al.*, 1998).

A partir de dados do IBGE (2008) em Pesquisa de Orçamentos Familiares o consumo per capita de peixe no Brasil é de, aproximadamente, 4,03 kg/hab/ano. A Região Norte é bem representativa, sendo seu consumo per capita de 17,54 kg/hab/ano. O estado do Amazonas é o maior consumidor per capita do Brasil, com 30 kg/hab/ano.

A Amazônia contribui com 25% da produção de pescado nacional. O Pará é o principal estado produtor de pescado do Brasil, capturando 18% do total do pescado brasileiro. O estado do Amazonas é o oitavo colocado em termos de produção de pescado, sendo, entretanto, o primeiro produtor na pesca continental brasileira (ALMEIDA, 2006).

A produção de pescado regional advém da pesca artesanal (81%) aqüicultura (11,1%) e a industrial (7,9%) esta pertencendo ao Pará. Em 2005, a região Norte produziu 135.596,5 t de pescado, detendo a maior produção da pesca extrativa continental do Brasil. O Estado do Amazonas vem se desenvolvendo com maior intensidade, produzido 55.412,5 t de pescado proveniente da pesca extrativa de água doce (IBAMA, 2007).

Em 2009 a produção pesqueira extrativa na Região Norte representou 21% do total nacional (265.775 t). Deste total, a pesca continental foi estimada em 131 mil toneladas. A pesca marinha contribuiu com o equivalente a 99 mil toneladas. A aqüicultura participou com 36 mil

toneladas. O Estado do Amazonas em 2009 obteve uma produção total de pescado estimada em 81,345 t, sendo que a pesca continental responde por 71,110 t e aquicultura por 10.235 t (BRASIL, 2010).

Em 2010, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO 2010), a produção de pescado do Brasil foi da ordem de 1.264.765 milhões de toneladas, um aumento de 2% em relação a 2009. A pesca extrativa marinha contribuiu com 536.455 t (42,4% do total de pescado), em seguida a aquicultura continental (394.340 t; 31,2%), pesca extrativa continental (248.911 t; 19,7%) e aquicultura marinha (85.057 t; 6,7%). A região Norte teve uma produção total de pescado em torno de 274.015 t. O Estado do Amazonas contribuem na pesca continental com 70.896 t e aquicultura com 11.892 t.

De acordo com Gomes e Albuquerque (2009), a maioria das espécies de Siluriformes (bagres) empreende migrações longas, através do canal principal do sistema Solimões-Amazonas. A pesca desses peixes é feita normalmente no canal ou em áreas de cachoeiras, com uso de redes de malha, espinhéis e linha. No alto Solimões há grande exportação ilegal de peixes lisos do Brasil para a Colômbia e Peru. O desembarque do pescado é feito sem a estrutura adequada para a grande quantidade comercializada. Os grandes bagres migradores são considerados como os mais abundantes entre os grandes predadores, presentes nos canais do rio Solimões/Amazonas e seus afluentes (FAO-COPESCAL, 2000).

Os peixes designados “bagres” são pertencentes à Ordem Siluriforme, representando 39% das espécies de peixes da fauna Neotropical (LOWE-MCCONNELL, 1987). Embora seja importante a pesca dos bagres na região amazônica, o conhecimento sobre a distribuição e características gerais das principais espécies exploradas, bem como sobre o Estado atual da pesca desses bagres é ainda insuficiente (FABRÉ e BARTHEM, 2005). A maior parte da captura dessas espécies é exportada para outros estados brasileiros e para o exterior.

A pirarara (*Phractocephalus hemeliopterus*) é um bagre nativo da bacia amazônica e pode atingir na sua fase adulta cerca de 80 kg. A espécie pertence à família Pimelodidae. As estatísticas de desembarque são escassas

nos mercados municipais e nos frigoríficos e poucos estudos estão sendo desenvolvidos para atender a isto, além disso, biologicamente a espécie ainda é pouco estudada, mas tem grande valor econômico nas áreas onde ocorre.

De acordo com alguns autores, a valorização dos bagres pelo mercado externo à Amazônia propiciou o desenvolvimento da pesca industrial no estuário e a implantação de diversos frigoríficos ao longo do estuário e rio Amazonas, com principal objetivo de atender à demanda do mercado internacional, recebendo a partir de 1968 o apoio do governo Federal por meio de uma política de incentivos fiscais (BRITTO *et al.*, 1975; DIAS-NETO *et al.*, 1982).

A demanda estimulou então o desenvolvimento da pesca de bagres como um todo, que passou a ser explorada com mais intensidade em diversos trechos da bacia amazônica, a instalação de frigoríficos em várias localidades, nas margens do rio Amazonas, permitiu melhorar a conservação e, em decorrência, preservar a qualidade do pescado (BARTHEM, 2005).

Os Municípios de Manacapuru, Iranduba e Itacoatiara estão próximos de Manaus e ligados por rodovias, são locais preferidos para os investimentos no setor pesqueiro. Existem alguns frigoríficos implantados nessas áreas com capacidade instalada importante, totalizando 3000 toneladas de pescado (FORSBERG *et al.*, 2004), o que viria a permitir a transformação das peles em couro, a partir dos resíduos gerados, no caso as peles, que constituem matéria prima de qualidade produzida pelos frigoríficos desses e de outros municípios.

A morfologia da pele diferentes espécies de teleósteos, mas são essencialmente constituídas por duas camadas teciduais: a epiderme e a derme. Estas duas camadas ficam e, estas duas camadas ficam sobrepostas a hipoderme ou tela subcutânea (HERTWIG *et al.*, 1992; FISHELSON, 1996).

Para Junqueira *et al.*, (1983b), é importante realizar estudo histológico da arquitetura do arranjo estrutural das fibras colágenas da derme compacta, também da espessura deste estrato. Essas fibras permitem que a pele possua resistência a diferentes forças de tração, ou seja, uma consistência similar de couro.

Vários trabalhos realizados demonstram que a análise da arquitetura histológica da derme é importante porque difere quanto à orientação e à disposição das fibras colágenas em cada espécie de peixe. Verifica-se assim como as fibras podem estar dispostas, geralmente em camadas sobrepostas e intercaladas por camadas com orientação contrária das fibras, de forma que as camadas de fibras ficam cruzadas entre si o que aumenta a resistência da pele (JUNQUEIRA *et al.*, 1983; SOUZA e LEME DOS SANTOS, 1995; DOURADO *et al.*, 1996).

Farias (1989) descreve a pele de peixes como sendo constituída por uma epiderme que consiste em um epitélio estratificado não queratinizado, o número de estratos varia de acordo com a região do corpo e com a espécie. O estrato basal é formado por células cilíndricas ou cúbicas. Nos demais estratos as células são esféricas. Ocorrem ainda células mucosas com função lubrificante, protetora e comportamental. A derme é composta por uma lâmina de tecido conjuntivo, superficialmente mais frouxo e profundamente mais denso, contendo vasos, nervos e glândulas mucosas em algumas espécies.

A transformação da pele em couro tem como objetivo 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 (BIENKIEWICZ, 1983).

No setor coureiro segundo Hoinacki (1989), a pele é definida como sendo o tegumento que reveste o indivíduo antes do processo de curtimento e o couro é o produto natural decorrente das condições dos animais obtidos após os processos de curtimento ou industrialização das peles.

Para Figueiredo e colaboradores (2000), o processo de curtimento vai converter o colágeno, principal componente da pele, em uma substância imputrescível, conferindo as características químicas e físicas ao couro, que constitui a pele dos animais preservada da putrefação por processo denominado de curtimento, resultando em produtos flexíveis e macios, uma alternativa viável na confecção de artigos exóticos.

Estudos, na maioria empíricos, foram desenvolvidos na Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia com peles de diferentes espécies de peixe da região Amazônica, oriundas de frigoríficos ou de viveiros, comprovando a viabilidade da peles de peixes da região serem transformadas em couro (REBELLO, 2001).

Para a comercialização, a qualidade do couro é constatada à medida que satisfaz as exigências do fabricante de produtos, quanto às características de natureza química, mecânica e estética.

Várias são as etapas no processo, porém o curtimento é uma das etapas de maior importância. Os principais objetivos da etapa de curtimento, são: aumento da resistência ao ataque de microrganismos e enzimas, aumento da estabilidade hidrotérmica, diminuição da capacidade de inchamento do colágeno e a possibilidade de empregar a pele adequadamente para as mais diversas finalidades (MOREIRA e TEXEIRA, 2003).

Os processos típicos dividem-se essencialmente em três fases: **Fase da Ribeira:** consiste numa seqüência de operações de natureza química e mecânica em que a pele é preparada para o curtume. **Fase de Curtume:** nesta fase dá-se o curtimento propriamente dito, ocorre o aumento da estabilidade de todo o sistema colágeno, diminuindo a capacidade de intumescimento do mesmo e estabilização face às enzimas, utilizando agentes de curtimento apropriados. **Fase de Recurtimento e Acabamentos:** O recurtimento corrige defeitos, dá mais resistência e é quando o couro adquire o seu aspecto definitivo de cor, maciez, textura, brilho etc.

A palavra *tanino* é largamente usada, particularmente em literatura botânica, originalmente derivada do termo “tanante”, implicando que esta substância vegetal produza couro a partir de peles (HASLAM, 1988).

Os taninos como polifenóis são classificados em dois grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis são facilmente hidrolisados por ácidos ou enzimas, liberando o açúcar e ácido carboxílico fenólico correspondente. Os condensados possuem peso molecular variado, com unidades flavonóidicas com vários graus de condensação e estão associados aos seus precursores naturais (MORI, 2001).

Muitos compostos fenólicos não são encontradas no estado livre na natureza, mas sob forma de ésteres, portanto, solúveis em água e em solventes orgânicos polares. Sendo fenólicos, os taninos são muito reativos quimicamente, formam pontes de hidrogênio, intra e intermoleculares. Um mol de taninos pode ligar-se a doze moles de proteínas; com isso pode-se identificar taninos por teste de precipitação de gelatinas (MELLO e SANTOS 2001).

A utilização de curtentes naturais como os taninos é uma contribuição para o aprimoramento dos curtimentos e recurtimentos de peles. Do ponto de vista ecológico é mais vantajoso do que os produtos químicos usados para este fim. As atuais demandas do mercado, em relação a substâncias perigosas exigem tecnologias que devem ocorrer em condições de sustentabilidade ambiental (ROCHA, 2007).

Segundo Lamb *et al.*,(2005), tanino de mimosa é obtido da extração da casca da acácia negra, que foi introduzida no Sul do Brasil no início do século passado, através de espécies originárias da Austrália e se adaptou rapidamente ao solo e clima da região. Em pouco tempo uma grande área foi ocupada com florestas de acácia e hoje milhares de famílias a cultivam para suprir com casca a indústria de tanino.

Em pesquisas foi observado a importância de conhecer a composição centesimal, uma vez que esta interfere no processo de curtimento pela presença de lipídios. A quantidade de gordura presente na pele influencia nas etapas de curtimento, quanto maior for o teor de gordura, maior é a quantidade de tensoativos e solventes que devem ser utilizado e ainda maior o tempo das etapas que envolvam a adição de tensoativos (SOUZA, 2003).

A qualidade do produto se faz necessário controle, segundo a BASF (1984) e Boccone *et al.*,(1987), por meio de ensaios físico-mecânicos e químicos, executados sob padrões e normas técnicas, empregados na avaliação de couros a partir de seus comportamentos diante de carga e resistência à tração, carga e resistência ao rasgamento, resistência da flor à distensão pela esfera (ABNT 11041 (2012); 11055 (2005); 11669 (2005)).

Foram observados em trabalhos realizados com diferentes espécies de peixes que a resistência de couros de carpa espelho *Cyprinus carpio*

specularis, pacu *Piaractus mesopotamicus*, piraputanga (*Brycon hilarii*), pacu prata (*Mylossoma sp*), piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), peixe porquinho (*Monacanthus hispidus*), tilápia (*Oreochromis niloticus*) assim como do tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*) apresentaram diferenças na resistência ao rasgamento e a tração dos couros o que indicaria uma garantia da utilização final e na confecção de novos produtos (PEDERZOLLI *et al.*, 1995; ALMEIDA, 1998; MACHADO, 2001; SOUZA *et al.*, 2002; SOUZA, *et al.*, 2003a; ROCHA, 2007; MELO 2007).

Justificativa

Poucos são os estudos relacionados à pirarara (*Phractocephalus hemioliopterus*) na Amazônia, principalmente sobre as condições reais, as características gerais, a visualização do potencial de aproveitamento tecnológico (couro) da espécie. Essas informações são importantes, pois fornecem subsídios aos investidores e as indústrias pesqueiras. Estudos existentes sobre bagres amazônicos estão direcionados principalmente para piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) que também são peixes migradores. Na Região Sul, uma grande empresa privada desenvolve um projeto de criação da pirarara, segundo a empresa em apenas um ano de cultivo a espécie pode facilmente chegar aos 5 kg quando alimentado com rações comerciais.

O trabalho servirá como base para investir em pesquisas de subprodutos a partir de resíduos, como alternativa que representa um fator econômico e o desenvolvimento sustentável. Ainda é visível que alguns frigoríficos de beneficiamento de pescado da região não aproveitam nenhum tipo de resíduo do peixe. Na região cresce o interesse de empresários na construção de curtumes que transformará as peles de peixes (resíduos) em couro, um subproduto de alto valor econômico. Hoje no mercado uma linha de variados sapatos, bolsas e acessórios em geral vêm sendo desenvolvida a partir do couro de peixes, denominado de couro exótico. Isso ocorre pelas características peculiares de cada espécie de peixe que são definidas pelos

desenhos formados na sua superfície tanto para espécies de escamas como para as espécies lisas. A pirarara tem um desenho característico e único, que permanece após a transformação em couro.

A pele passa por diversas alterações químicas durante o processo de curtimento, desta forma faz-se necessário o estudo morfológico definida pelo entrelaçamento dos feixes de fibras de colágeno, observando o comportamento da derme durante o processo, o conhecimento da composição centesimal já que esta interfere devido à quantidade de lipídios presentes e o estudo da resistência do couro para verificar se está dentro das normas técnicas ABNT para aplicação pela indústria de confecção. Nos últimos cinco anos (Rocha, 2007) tenho colaborado com as pesquisas de transformação de peles em couro, participando do Programa Integrado de Pesquisa & Inovação Tecnológica – PIPT através da FAPEAM/INPA, colaborando como voluntária em outros projetos e finalmente desenvolvendo a tese. Com este trabalho espero tornar disponível tecnologias de processamento de peles de peixes adequadas para promover o aproveitamento industrial deste subproduto, reduzindo a quantidade de resíduos e assim colaborar com o desenvolvimento da região para alcançar a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

É fundamental gerar na região, com a colaboração externa, trabalhos inovadores de impactos positivos vinculados aos recursos naturais renováveis e com base em tecnologias avançadas e conhecimentos regionais, capazes de aliar as pesquisas à formação de pesquisadores e de recursos humanos qualificados para contribuir com desenvolvimento regional e ainda aplicar estes conhecimentos nas comunidades de forma sustentável.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Análise descritiva da pele e avaliação qualitativa dos couros de Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) provenientes do Estado do Amazonas.

2.2 Objetivos Específicos

1. Levantar dados bibliográficos da produção pesqueira da pirarara no Amazonas;
2. Determinar a composição centesimal das peles *in natura* em diferentes épocas (cheia e seca dos rios);
3. Efetuar processo de curtimento avaliando a resistência físico-mecânica do couro;
4. Análise descritiva das peles de pirarara *in natura* capturadas nas diferentes épocas sazonais;
5. Analisar as características histológicas das peles de pirarara durante quatro etapas do processo de curtimento, descrevendo a morfologia das peles.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos**. NBR 10455, MB1123. Rio de Janeiro, 1988. 5p.

_____. **Preparação de amostras de couro para análise química**. NBR11034, MB1198. Rio de Janeiro, 1988. 2p

_____. **Couros - Determinação da força de rasgamento progressivo**. NBR11055, MB3015. Rio de Janeiro, 2005. 4p.

_____. **Couro - Determinação da ruptura e da distensão da flor - Lastômetro, MB3307**. Rio de Janeiro: 1990. 4p.

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

ALMEIDA, O. T. A indústria pesqueira na Amazônia Manaus: Ibama/Provárzea, 2006. 110 p.

BARTHEM, R. B.. Situação do manejo das pescarias dos grandes bagres Amazônicos no Brasil. Anexo D. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. 2005.

BASF. *Vademécum para el técnico en curtición*. 2.ed. Ludwigshafen, 1984. 441p.

BIENKIEWICZ, K. **Physical chemistry of leather making**. Malabar: Robert E. Krieger, 1983. 541 p.

BOCCONE, R.I.; FONTANA, J.; BELLO, M. El desengrase de cueros ovinos. **Monografias Tecnológicas**, n.17, 1987. 1-11 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção Pesqueira e Aquícola - Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2012.

BRITTO, R.C.C.; SANTOS, D. A. B.; TORRES, M.A. B.; BRAGA, M. S. **A pesca empresarial do Pará**. Belém: IDESP.1975.

DIAS-NETO, J.; DAMASCENO, F.G.; PONTES, A. C. P. Biologia e pesca da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* Valenciennes, na região norte do Brasil. *SUDEPE Série Documentos Técnicos* 35:1985. 47-112 p.

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

FABRÉ, N. N. & Barthem, R. B. O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas / Ibama, ProVárzea. il; 16x23 cm. (Coleção Documentos Técnicos: Estudos Estratégicos)I. 2005. 114 p.

FAO - Food and Agricultural Organization of United Nations. **Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas. Proyecciones al año 2010.** Documentos de la FAO sobre Productos Básicos y Comercio. Roma, 2004.

FAO-COPESCAL **Inform del taller regional sobre el manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas (Iquitos - Perú).** Page 103. Informe de campo F-5: Comisión de pesca continental para América Latina. FAO, Roma. 2000.

FARIAS, E.C. Colorido e Comportamento Animal. Biossimbologia das Cores. Com. Cient. Fac. Med. Vet. Zootec. Universidade de São Paulo. 13 (w2), 1989. 53-57 p.

FIGUEIREDO, J. M., NOGUEIRA, C. A., PEDROSA, F., GUIMARÃES, J. Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais (PNAPRI). **Guia Técnico Setor dos Curtumes.** Lisboa, 2000. 102 p.

FISHELSON, L. Skin morphology and cytology in marine eels adapted to different lifestyles. Anatomical Record. New York, v. 246, 1996. 15-30 p.

FORSBERG, M. A.; Fabr e, N. N.; Barthem, R. B. Bases para o manejo da pesca dos grandes bagres migradores. Estudos Estratégicos do Pro-Várzea. Relatório socioecon mico. 2004.

GOMES, D. P e ALBUQUERQUE, A. R. O comércio de pescado em Santo Antonio do I a-Alto Solimões (Am): uma análise geográfica na tríplice fronteira. Eixo Temático 12. Recursos Naturais, Sustentabilidade e Apropria o do Espaço. 2009.

GOULDING, M. The fishers and the forest: **Explorations in Amazonian natural history.** London: University of California Press. Berkeley. Los Angeles. 1980. 280 p.

HASLAM, E.; *J. Chem. Ecol.* 14, 1998. 1789 p.

HOINACKI, E. **Peles e Couros** - Origens, defeitos, e industrializa o. 2.ed.rev. e ampl. Henrique d' vila Bertaso. Porto Alegre, 1989. 319 p.

HERTWIG, I.; EICHELBERG, H.; HENTSCHEL, J. Light and electron microscopic studies of the skin of the Palembang puffer, *Tetraodon steindachneri* (Teloestei, Tetraodontidae). Zoomorphology, Berlin, v. 111, 1992. 193-205 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF)**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: fev. 2011.

IBAMA. **Estatística da pesca 2005**, Brasil grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília. 2007. 98 p.

IRION, G., JUNK, W. J.; DE MELLO, J. A. S. N.. The large central Amazonian river floodplains near Manaus: geological, climatological, hydrological, and geomorphological aspects. In: Junk, W. J. (ed.). **The Central-Amazonian Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. Ecological Studies, Vol. 126, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1997. 23-46 p.

JUNQUEIRA, L.C.U., JOAZEIRO, P.P., MONTES, G.S., MENEZES, N. & PEREIRA FILHO, M. É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? **Tecnicouro**, 5 (5): 1983. 4-6 p.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JOAZEIRO, P. P.; MONTES, G. S.; MENEZES, N.; PEREIRA FILHO, M. The collagen fiber architecture of brasilian naked skin. **Brazilian Journal Medicinal Biological Research**, Ribeirão Preto. P. 16. V. 1983b. 313-316 p.

REBELLO, J. J. S. Projeto de transformação de pele de peixe em couro. **Fundação Djalma Batista**, Manaus. 2001.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados** 19 (54). 2005.

SEBRAE/AM. **“Cadeia Produtiva do Pescado no Amazonas”**. Manaus: Programa de Desenvolvimento Setorial e Tecnológico. 2001.

SOUZA, M.L.R.; LEME DOS SANTOS, H. S. Análise microscópica comparada da pele da tilápia (*Oreochromis niloticus*), da carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*). In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, 2. Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 100-101 p.

SOUZA, M. L. R; CASACA, J. M.; FERREIRA, I. C.; GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; FARIA, R. H. S.; SCHMIDT, J. T. A. Análise da resistência do couro da carpa espelho curtido sem utilização de sais de cromo. **Tecnicouro**, v.23, n.8, 2002. 57-69 p.

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

LAMB, L. H.; SARMENTO, L. I. N.; HASS, M. E. A.; GOETHEL, L.; LUNKES, M.; RESMIN, M.; GRAEFF, J. C. Extratos de mimosa modificados Quimicamente para obter-se maior estabilidade à luz. XVII Encontro Nacional dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro. Gramado- RS. 2005.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press. 1987. 382 p.

MACHADO, S. D. **Aproveitamento e tecnologia do curtimento de pele de peixe**. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP). Campo Grande. 2001. 50 p.

MCGRATH, D.; SILVA, U. & CROSSA, M. N. **A traditional floodplain fishery of the lower Amazon river, Brazil**. NAGA. Jan-Mar.1998. 4-11 p.

MELO, K. S. G. Extração e uso de corantes vegetais da Amazônia no tingimento do couro de Matrinxã (*Brycon amazonicu* Spix & Agassiz, 1819). Dissertação (mestrado) - INPA/UFAM, Manaus, 2007. 79 p.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Em *Farmacognosia: da planta ao medicamento*; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3^a ed., 2001.

MOREIRA, M. V., TEIXEIRA, R. C. Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. (Projeto Desenvolvimento Sustentável da Indústria do Couro em MG e no RS). Porto Alegre, 2003. 242 p.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; FERRAZ, V. P. Estudo de taninos da casca de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake para produção de adesivos. **Revista Árvore**, V. 25, n. 2, 2001. 257- 263 p.

OLIVEIRA, H. A acácia-negra e tanino no Rio Grande do Sul. Canoas: La Salle, v.2, 1968. 12 p.

PEDERZOLLI, A. R.; SCHEIBE, E.; STREIT, K. F.; MOREIRA, M. V.; CORRÊA, T. P. *Study of the economical viability of processing of fish skins*. In: CONGRESS OF THE INTERNACIONAL UNION LEATHER TECHNOLOGISTS AND CHEMISTS SOCIETIES, 23, Friedrichshafen, Proceedings. Art. 40. 1995.

ROCHA, M. P. S. S. Curtimento de peles de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*, Bloch & Schneider 1801) com curtentes sintéticos e com curtentes naturais da Amazônia. **Dissertação** (mestrado em Ciências Agrárias) INPA/UFAM, Manaus-AM, 2007. 60 p.

VAL, A. L. & ALMEIDA-VAL, V. M. F. Fishes of the Amazon and their environment (Physiological and Biochemical Aspects). Springer, Berlin, Heidelberg New York. 1995. 224 p.

CAPÍTULO I

DADOS DE CAPTURA, RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS PELES DE PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*)

RESUMO

A pesca na Amazônia se caracteriza pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população local por essa atividade. O Estado do Amazonas, em 2010, assim como nos anos de 2008 e 2009, foi o maior produtor de pescado de água doce do Brasil com 70.896 t (28,5% do total capturado). A pesca de peixes lisos (bagres) acontece na calha do rio dependendo do ciclo hidrológico e do ciclo de vida das espécies. A pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), pertencente à Ordem Siluriformes e família Pimelodidae; diferencia-se dos demais grandes bagres pelo padrão de cores, apresentando um forte contra-sombreado no corpo, enquanto que a nadadeira caudal e extremidades da dorsal e peitoral são de cores alaranjadas a vermelhas. Neste trabalho, para registro da produção dessa espécie nos frigoríficos exportadores de pescado, efetuou-se a coleta de dados secundários por meio de levantamento bibliográfico. Adicionalmente, para análises físico-químicas, foram realizadas coletas de exemplares nos meses junho/julho de 2009 e 2010 (período de cheia dos rios) e em outubro/novembro de 2011 (época de seca na região), sendo 14 indivíduos capturados em cada período. As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM. As peles foram trituradas e alíquotas foram utilizadas para as determinações de composição centesimal, de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1995). Os resultados de produção para pirarara, desembarcada em diferentes locais do Estado do Amazonas, entre 2001 e 2012, foram de 3378 t. As análises da biometria para o atributo peso total foram independentes do período sazonal dos rios – 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca) – conforme $p=0,1860$ e $\alpha=5\%$. A composição centesimal da pele *in natura* de pirarara coletada no período da cheia (2010) e seca (2011) apresentou os seguintes resultados, respectivamente: 61,20% e 58,43% para umidade; 38,29% e 42,00% para proteínas, verificando-se um pequeno aumento no período da seca. Para lipídios, observou-se uma diminuição na cheia (1,36%) em relação à seca (3,9%). Para cinzas, cujos resultados foram 0,63% (cheia) e 0,67% (seca), não houve diferença entre os períodos sazonais.

Palavras-chave: Captura, biometria, pirarara, peles

CHAPTER I

CAPTURE, YIELD AND CENTESIMAL COMPOSITION DATA OF PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*) SKINS

ABSTRACT

Amazonian fisheries are characterized by species richness exploited, by fish caught amount and by local human population dependence for this activity. The Amazonas State, in 2010, equals 2008 and 2009, was the largest producer of freshwater fish in Brazil, with 70,896 ton (28.5 % of the total catch). Catfish fishing happens in the river channel, according to the hydrological cycle and species life cycle. The pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) belongs to Siluriform order and Pimelodidae family; differs to other large catfish by color pattern, showing a strong counter-shading as well as the orange to red caudal, dorsal and pectoral end fins. In this research, to production registry about this fish specie in exporters frigorific industry, was conducted the secondary data collection through literature. Additionally, to physico-chemical analyzes, sampling where in June/July 2009 and 2010 years (regional flood season rivers) and October/November 2011 (regional drought season), being 14 samples in each period. The analyzes were carried out in the Laboratório de Tecnologia do Pescado, UFAM. The skins were comminuted and aliquots were used for centesimal composition determination, according to AOAC official method (1995). The production data results for pirarara, landed in different places of Amazonas State, between 2001 and 2012 were 3,378 ton. The statistical analysis for biometrical total weight showed independence to seasonal river period – 2009 (flood), 2010 (flood) and 2011 (drought) – according to $p = 0.1860$ and $\alpha = 5\%$. To furcal length no statistically significant difference between years 2009, 2010 and 2011, independent of periods too, according to $p = 0.3586$ and $\alpha = 5\%$. The pirarara's fresh skin centesimal composition during the flood (2010) and drought (2011) showed the following results, respectively: 61.20% and 58.43% for moisture; 38.29% and 42.00% for proteins, a small increase in the drought season. For lipids were observed an increase in the flood season (1.36%) over the drought season (3.9%). For ash, presenting 0.63% (flood) and 0.67% (drought), there was no difference between the seasonal periods.

Keywords: capture, biometrics, pirarara, skin

1. INTRODUÇÃO

A riqueza da região Amazônica revela uma enorme quantidade de rios, igarapés e lagos e junto uma grande quantidade de espécies de peixes vivendo em suas águas o que resulta em uma diversificada variedade de peixes, entre 2000 e 3000 espécies (GOULDING, 1980; VAL e ALMEIDA-VAL, 1995)

Na Amazônia os locais inundáveis são denominados de várzeas, estas áreas possuem lagos submetido a grandes oscilações de área e profundidade (JUNK, 1980). Esses lagos de várzeas desempenham um papel fundamental no ciclo de vida de várias espécies migradoras, essa área funciona principalmente como berçário para a sobrevivência de larvas, como fonte de alimento e abrigo para várias espécies (COX-FERNANDES e PETRY, 1991; LOWE-MCCONNEL, 1999).

De acordo com Batista *et al.*, (2004), a pesca de peixes de escama nos lagos de várzea ocorre durante todo o ano, já a captura de peixes lisos (bagres) que acontece na calha do rio em períodos sazonais e é dependente do ciclo hidrológico e do ciclo de vida das espécies.

Uma das atividades economicamente mais importantes na região, a pesca atua como fonte de renda e de proteína para as populações locais. Entre as espécies de peixes, comercialmente exploradas na Amazônia, temos dois grandes grupos: peixes de escamas (Characiformes, Osteoglossiformes, Perciformes e Clupeiformes) e os peixes lisos, os bagres (Siluriformes) (BARTHEM e GOULDING, 1997; LOWE-MCCONNEL, 1999).

A pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) diferencia-se dos demais grandes bagres pelo padrão de colorido apresentando um forte contra-sombreado (a parte superior é bem escura, e a inferior é branca), assim como, a nadadeira caudal e extremidades da dorsal e peitoral são de cores alaranjadas a vermelhas (IBAMA, 2008).

A composição química ou composição centesimal de um determinado elemento são conhecidas através das análises químicas por meio das seguintes determinações: umidade ou voláteis a 105°C; cinzas ou resíduo mineral fixa; lipídios (extrato etéreo); proteínas (N x fator de correção); fibra; glicídeos ou nifext, quando determinado por diferença (MORETO, *et al.*, 2002).

A relação peso-comprimento é utilizada para estimar o peso do peixe quando o seu comprimento é conhecido e vice-versa. A equação da relação peso-comprimento fornece informações importantes sobre o peso e a biomassa dos peixes e permite comparações entre o crescimento de diferentes espécies (GOMIERO e BRAGA, 2003; TAVARES-DIAS *et al.*, 2006), seja da natureza ou da piscicultura.

O objetivo desse trabalho de pesquisa foi realizar o levantamento bibliográfico da captura dessa espécie determinar a composição centesimal da pele de pirarara.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Amazônia*

O grande Rio Amazonas e seus diversos afluentes deságuam 200.000 m³/s no Oceano Atlântico, aproximadamente 20% da água doce do mundo. Durante seu percurso passa por três países, ele muda sete vezes de nome. No Brasil é denominado de Rio Solimões até a confluência com o Rio Negro, quando novamente é chamado de Amazonas até a sua foz (BARTHEM e GOULDING, 1997).

A paisagem da várzea também sofre uma variação cíclica devido à flutuação anual do nível do rio, resultante da chuva em toda a bacia (SIOLI 1984). Mesmo com estudos de previsão do período e duração de cada período sazonal freqüentemente varia a cada ano.

Estudos realizados por Santos e Santos (2005) relatam a importância dos rios da Amazônia central com relação aos pulsos de inundação, ou seja, as variações do nível das águas, entre 8 a 15 m nos períodos de seca e cheia. Os autores descrevem as quatro fases:

Enchente: fase mais longa e ocorre de dezembro a abril, quando a maioria das espécies forma cardumes e empreende migrações para desovar na boca de igarapés ou nas margens dos rios.

Cheia: fase de duração curta, entre maio e junho. É nela que os peixes desovados e os jovens recrutados se alimentam intensamente. Essa intensa atividade alimentar resulta na produção e no acúmulo de gordura e outras substâncias de reserva, as quais serão utilizadas nas fases seguintes.

Vazante: fase intermediária de duração, entre julho a setembro. Corresponde ao período em que os peixes se agrupam para abandonar as áreas da floresta que começam a secar.

Seca: fase curta, entre outubro e novembro. É nessa ocasião que os peixes se tornam mais concentrados, por causa do menor volume de água. Essa época é crítica para a maioria deles, principalmente por causa da maior vulnerabilidade à predação.

Estudo realizado por Goulding *et al.*, (2003) relatam que nas áreas próximas à Manaus, a flutuação do nível da água anualmente fica em torno

de 10m. A enchente no rio Solimões-Amazonas inicia em novembro, vai até o final de junho e a cota máxima é em julho. A vazante tem início em agosto atingindo a seca em outubro (nível de água mais baixo). O período de seca alonga-se até janeiro. Na seca, vários lagos ficam reduzidos em área e volume, mas não totalmente isolados. Na enchente, a água do rio invade lagos interiores por diferentes conexões. No pico da cheia, boa parte da região é inundada e a maioria dos lagos fica conectada entre si e com o rio.

No período de vazante e seca, quando os peixes realizam a migração rio acima, se tornam alvo de intensa pesca com redes de arrasto no estuário (pesca industrial), redes de deriva ou espinhéis, ao longo do Amazonas-Solimões (pesca artesanal). Na região a pesca dos bagres é chamada de safra do “peixe-liso”, que ocorre principalmente de julho a novembro (SANTOS *et al.*, 2010).

A pesca na Amazônia caracteriza-se pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população local por essa atividade (RASEIRA *et al.*, 2006).

A pesca é uma das atividades extrativista tradicional e importante do ponto de vista socioeconômico, ecológico e cultural nessa região do Amazonas. É realizada de forma artesanal, pelos ribeirinhos, para subsistência, e por pescadores profissionais, com pouco investimento e uma remuneração baseada num sistema de parcerias (BAYLEY e PETRERE JR., 1989).

O setor pesqueiro da Região Norte representa um papel importante na economia regional, a renda gerada apenas na calha dos rios Amazonas e Solimões, é da ordem de R\$ 389 milhões, sendo que 36% desse total são gerados pelos frigoríficos, 33% deve-se a pesca de subsistência, 16% a pesca comercial e 15% criadas pelas demais atividades do setor (ALMEIDA, 2006).

A região Amazônica contribuiu significativamente no ano de 2009 para a produção nacional de Pescado, respondendo por 29,84% do total (BRASIL, 2010). A produção de pescado regional está relacionada à pesca artesanal, esta é a mais expressiva e representa 81% do total. A pesca em aquicultura corresponde a 11,1% e, nos últimos anos, vem se desenvolvendo com maior intensidade nos estados do Amazonas e Tocantins e a pesca industrial responsável por 7,9% está concentrada no estado do Pará (IBAMA, 2007).

O Amazonas esteve entre os principais estados exportadores de pescado para o comércio nacional e internacional nos anos de 2008 (562 t), em 2009 (233 t) e em 2010 (178 t). As exportações de pescado pelos estados brasileiros têm como principal destino os Estados Unidos, seguindo de longe pela França e a Espanha (BRASIL, 2011). A maior parte do pescado exportado são bagres, já que a população local tem preferência pelos peixes de escama.

Segundo Cabral *et al.*, (2006), no Amazonas, 60% do pescado é exportado para outros estados do Brasil, 34% para o exterior e o restante é consumido localmente, em geral as empresas são de pequeno porte processando uma média de 550 toneladas, somando um total de 6.600 toneladas/ano.

2.2 Captura

O Estado do Amazonas, em 2010, assim como nos anos de 2008 e 2009, foi o maior produtor de pescado de água doce do Brasil com 70.896 t (28,5% do total capturado), seguido pelos estados do Pará (50.949 t) e do Maranhão (22.944 t) (MPA, 2010).

Entre as zonas de pesca da Amazônia brasileira está a zona do Alto Solimões, sendo os rios principais o alto Solimões, Içá e Japurá. A região de Manacapuru, no baixo Solimões, também vem contribuindo com essa zona (SANTOS *et al.*, 2010). Segundo Fabr e e Alonso (1998) e Fabr e *et al.*, (2000), as principais espécies de peixes responsáveis pela produ o desta zona são os bagres migradores.

A Amazônia Central   outra zona que tem como principal centro a cidade de Manaus, sendo as capturas feitas basicamente com rede de cerco e malhadeiras e o pescado   constituído por uma grande variedade de espécies de peixes de escamas e lisos (SANTOS *et al.*, 2010).

A pesca comercial está baseada num grande número de espécies, destacando-se dentre elas os Characiformes migradores. E altamente significativos são os bagres de médio e grande porte como piramutaba (*Brachyplatystoma vailanti*), dourada (*B. rousseauxii*), pira ba (*B. filamentosum*), surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), caparari (*P. tigrinum*),

pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) e mapará (*Hypophthalmus spp*) (SANTOS *et al.*, 2010), esta produção é destinada tanto ao consumo local como à exportação. Os mesmos autores citam que a maior parte do pescado oriundo desse tipo de pesca é proveniente do sistema aquático Solimões-Amazonas, incluindo os tributários mais próximos a Manaus, como os rios Madeira e Purus.

Segundo Rufino *et al.*, (2000), os bagres migram por longos caminhos e são capturadas ao longo do sistema Estuário-Solimões- Amazonas (EAS), pela frota comercial e artesanal desde Belém, no estuário do rio Amazonas, até Pucallpa, no Peru, a aproximadamente 5.500 Km a Oeste, próximo aos Andes peruanos.

Considerados como os mais abundantes entre os grandes predadores, presentes nos canais do rio Solimões/Amazonas e seus afluentes, os bagres em geral (Siluriformes) representam cerca de 55% da captura total de peixes na região. Dentro deste percentual, 95% da captura são constituídas de cinco espécies da Família Pimelodidae, sendo que quase 80% deste total são obtidos somente pela captura de *Brachyplatystoma rousseauxii* (dourada) *B. vaillantii* (piramutaba), *B. filamentosum* (Piraíba clara) e *B. capapretum* (piraíba escura ou filhote capa preta). Estima-se que a captura total dos grandes bagres migradores, compartilhada entre o Brasil, Colômbia, Peru e Bolívia, seja de 30.000 t/ano. Porém, a estimativa real pode chegar a ser três vezes maior, visto que boa parte do que é capturado não consegue ser registrado pela sistemática de monitoramento pesqueiro atualmente disponível na região (FAO-COPESCAL, 2000).

A pesca no rio Solimões é uma atividade que se intensificou devido à procura de bagres pelos grandes frigoríficos que estocam o pescado para exportação (CRUZ, 2007). Segundo Batista *et al.*, (2005), estas espécies perfazem cerca de 95% da pescaria existente hoje na Amazônia brasileira, colombiana, peruana, boliviana e venezuelana.

A situação dos bagres quanto a sua estrutura de mercado, apresenta outra lógica. Diferentemente do Pará, existe um tabu alimentar em torno do seu consumo entre a população amazonense (BARTHEM *et al.*, 1997). Os

bagres são as espécies mais comercializadas principalmente no mercado nacional e internacional.

Considerando o fator cultural da região, apenas uma parte dessas espécies, geralmente surubins seguem para o comércio local das cidades e isso tem reflexos diferentes pela motivação que os pescadores têm em pescá-lo, para fins comerciais na intenção de aferir-lhe valor de troca o que impulsiona a maioria dos bagres para a exportação (MORAES *et al.*, 2010). O mesmo autor cita que a cadeia produtiva dos bagres conta com a participação de vários agentes que intermedeiam o processo, principalmente os donos de frigoríficos e os donos de barcos com frigoríficos.

A maior parte da produção de bagres no Amazonas é destinada à exportação para a Colômbia (MORAES *et al.*, 2010). Parente *et al.*, (2005) destaca que, em 2001, 85% do peixe comercializado em Letícia – Colômbia – provinha do Amazonas – Brasil, caracterizando o mercado internacional que os bagres têm no âmbito da sua pesca no rio Solimões

De acordo com Ogawa e Maia, (1999), o pescado é um produto que pode ser comercializado nas formas *in natura* ou industrializado. Quando *in natura* o pescado recém capturado deva ser adquirido pelo consumidor ainda em seu estado cru. Já industrializado o pescado passa por um processo mais elaborado de manuseio e preservação (filé de peixe com ou sem pele, postas, eviscerado, e outros), seguidos pelo congelamento à -18 °C e estocagem por longos períodos até a comercialização, além disso, pode passar pela salga, defumação, embutido, enlatados, fermentados e farinhas.

Para Marchi (1997), o setor produtivo pesqueiro poderá competir com outros segmentos industriais produtores de carne a partir do momento em que sejam solucionados os diversos problemas relacionados com o processamento, comercialização e gestão de qualidade de produtos de valor agregado (BORGHETTI *et al.*, 2003).

Segundos dados do Boletim Estatísticos (MMA, 2008 e 2009), a produção de pescado no Estado do Amazonas atingiu 79,240 t em 2008 e 81,345 t em 2009. Em 2008, a Região Norte contribuiu na produção (t) de pescado no Brasil com 23%. No período de 2009 mostrou um decréscimo de 1,7% na produção, passando a contribuir com 21% do total de pescado

produzido. Durante os anos de 2008 e 2009, o Amazonas ficou entre os cinco estados de maior produção de pescado no país.

A produção de pescado (t) nacional, para o ano de 2010 no Estado do Amazonas foi de 82.788 t registrando-se um pequeno aumento da produção em relação a 2009. Dados revelam que o Amazonas é o segundo maior produtor de pescado da região Norte do Brasil. Porém em 2010, ficou entre os seis estados de maior produção de pescado no Brasil perdendo uma posição para o Rio Grande do Sul em relação a 2009 (MMA, 2012). O mesmo Boletim relata que o Estado do Amazonas, em 2010, assim como nos anos de 2008 (70, 685 t) e 2009 (71,110 t), foi o maior produtor de pescado de água doce do Brasil com 70,896 t (28,5% do total capturado), permanecendo a Região Norte como a principal força da produção pesqueira de água doce do país.

Estudos sobre *Phractocephalus hemiliopterus*, são muito escassos, constando apenas de sua descrição taxonômica (BLOCH e SCHNEIDER 1801), e algumas informações sobre a pesca esportiva a criação e dados sobre a produção quando vem acompanhado de trabalhos com outras espécies.

Habitando a Bacia Amazônica as pirararas são de grande porte, desprovidas de escamas, tendo a pele lisa com cores bem definidas o que chama a atenção de quem às observa. É uma espécie especial por suas características particulares e sua captura ocorre de várias formas. Os frigoríficos são os principais responsáveis pelos dados de armazenamento.

Alguns autores afirmam que os bagres da família Pimelodidae são importantes elementos nas capturas de peixes de água doce da América do Sul (BAYLEY e PETRERE Jr., 1989; PETRERE *et al.*, 2002).

O cenário da pesca no rio Solimões se intensificou devido à procura de bagres pelos grandes frigoríficos que armazenam o pescado para exportação. Estes peixes “perfazem cerca de 95% da pescaria existente hoje na Amazônia brasileira, colombiana, peruana, boliviana e venezuelana” (CRUZ, 2007). Para Batista *et al.*, (2005), os bagres capturados no rio Solimões, geralmente são comercializado na Colômbia.

A configuração de fluxos de transporte fomenta a criação de um mercado entre as regiões do Alto e do Médio Solimões, os dados de preço de compra de bagres ao pescador pelos donos de frigorífico sofrem pequenas

variações (MORAES *et al.*, 2010), os mesmos autores em pesquisa de campo no ano de 2007 mostraram que o preço comparativo de venda do pescador de São Paulo de Olivença para Letícia a pirarara custava R\$ 2,00 e para os frigoríficos locais custavam R\$ 1,90 outra espécie a piramutaba custava R\$ 1,50 e R\$ 1,00, respectivamente.

Dentre os vários frigoríficos instalados ao longo do rio Solimões, de acordo com Bentes, (2007) a cidade de Tefé-Am possui o maior frigorífico denominado de indústria Frigopeixe, com capacidade para armazenar 900 toneladas de pescado. Segundo Moraes *et al.*, (2010), o Frigopeixe absorve até mesmo a mercadoria de alguns frigoríficos de Tefé quando se trata de bagres para filetamento e exportação, além de absorver a produção de quatro cidades (Alvarães, Uarini Japurá e Maraã). Existem ainda frigoríficos instalados em Santo Antônio do Içá e Tonantins que concentram o mercado de peixes lisos.

Gonçalves e Batista (2008), nos anos de 2001 e 2002 identificaram sete sub-regiões explotadas pela frota pesqueira que desembarcavam pescado em Manacapuru: Alto Solimões (Tabatinga a Fonte Boa e afluentes); Médio Solimões (Fonte Boa a Tefé e afluentes); Baixo Solimões (Coari a Iranduba e afluentes); Alto Amazonas (Parintins ao Careiro da Várzea e afluentes); Purus (Rio Purus e afluentes); Negro (Rio Negro e afluentes); Madeira (Rio Madeira e afluentes).

2.3 Espécie

As espécies de peixes denominados de “bagres” ou “peixes de couro” pertencem a Ordem Siluriforme e pertencente à família Pimelodidae cuja riqueza representa 39% das espécies de peixes da fauna Neotropical (LOWE-MCCONNELL, 1987). Diferentes regiões da Amazônia definem o termo “bagre” como uma determinada espécie ou como um conjunto de espécies.

Os autores Goulding (1980); Córdoba *et al.*, (2000); Santos *et al.*, (2004), eles a definem como uma espécie que possui o corpo liso e largo. A cabeça é grande, alta e larga, com uma grande placa nugal ossificada. Os olhos pequenos e arredondados estão posicionados no meio da cabeça. A

coloração é castanho-esverdeado no dorso, amarelo nos flancos e esbranquiçada no ventre. A nadadeira dorsal e caudal são vermelho-alaranjadas. A nadadeira peitoral é curta, a adiposa tem a base larga e radiada. A caudal é truncada e a nadadeira anal e dorsal tem extremidades claras. Os barbilhões maxilares não ultrapassam a nadadeira dorsal. É uma espécie de grande porte que alcança 134 cm de comprimento total e 80 kg de peso.

A pirarara é uma espécie bentônica, comum em corredeiras de rios de águas brancas, claras e pretas (BARBARINO-DUQUE e WINEMILLER, 2003). De acordo com Santos *et al.*, (2006), os indivíduos jovens são encontrados em lagos de várzea, floresta alagada e áreas de praias. É onívora, com tendência à carnívora, alimenta-se de peixes, frutos e invertebrados, sobretudo caranguejos, caramujos e entre os peixes consumidos, foram encontrados pequenos bagres e bodós (GOULDING, 1980; ZUANON, 1990; BARBARINO-DUQUE; WINEMILLER, 2003). Espécie de hábito diurno, desova total, fecundação externa, migradora, pode percorrer grandes distâncias rio acima para desovar. A reprodução ocorre entre o período de seca e o início da enchente (FERREIRA *et al.*, 1998; CÓRDOBA *et al.*, 2000). As fêmeas iniciam o processo de maturação sexual aos 85 cm de comprimento padrão (SANTOS *et al.*, 2006) e apresentam fecundidade total em torno de 300 mil ovócitos (SANTOS *et al.*, 2004).

Esse bagre ocorre principalmente no canal de rios, incluindo tributários de águas pretas e claras, alcança as cabeceiras e as regiões de marés próximas ao estuário (BARTHEM; GOULDING, 1997).

Estudos com a seleção de marcadores moleculares microssatélites para pirarara, possibilitam identificar bancos genéticos desta espécie ainda pouco estudada e de grande valor econômico nas áreas onde ocorre, auxiliando na elaboração de programas de conservação dos recursos pesqueiros (SOUZA *et al.*, 2010). Somente com o conhecimento da espécie é possível a conservação e o uso adequado desse recurso para o aproveitamento econômico pela população ribeirinha dependente da pesca.

Nas áreas de ocorrência, a pirarara tem importância econômica, muitos exemplares jovens estão sendo comercializados como peixes ornamentais, por

apresentar um vistoso padrão de coloração, por sua beleza e porte; sendo um atrativo para a pesca esportiva (COY e CÓRDOBA, 2000). Em 2003, participou com 0,73% da produção pesqueira nos principais Municípios do Estado do Amazonas (RUFFINO *et al.*, 2006). Conforme experiência pessoal no Instituto de Pesquisas da Amazônia, muitas peles foram e estão sendo aproveitadas em laboratório para a transformação em couro, nas quais são vendidas pelos frigoríficos da Região.

Segundo Marcio David (2008), muitos pescadores em São Paulo utilizam grandes exemplares dessa espécie, no entanto, por ser peixe da região Centro/Norte do Brasil, se adapta muito fácil em águas quentes, porém com sérios problemas quando a temperatura no inverno cai muito, causando a morte desses peixes. Atualmente uma nova espécie está povoando os pescadores, a Cachapira, ela é um peixe híbrido, resultante do cruzamento da pirarara com a cachara com resultados muito positivos.

É certo que sobre a pirarara não possui pesquisas publicadas sobre reprodução, ecologia, migração, captura etc. Sobre as espécies como dourada e a piramutaba, pertencentes a mesma família são as que há mais estudo desenvolvidos.

2.4 *Composição centesimal e rendimento*

A bromatologia refere-se à análise química de diferentes produtos e seus constituintes: carboidrato, proteína, gordura, fibras, cinzas, matéria seca e umidade. A fórmula centesimal (ou percentual) indica a percentagem, em massa, de cada elemento que constitui uma substância. A análise da composição centesimal das peles permite-nos elaborar informações e orientações a indústria de couro de peixes.

A análise centesimal é utilizada principalmente para classificar os alimentos, possibilitando verificar a identidade e a pureza das substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA e QUEIROZ, 2006). Porém neste trabalho utilizou-se essa informação para auxiliar principalmente na quantidade de lipídios, que vai influenciar no processo de curtimento.

Segundo Contréras-Gusmán (1994), o conhecimento da composição química se faz necessária para acompanhar as indústrias, as pesquisas e na seleção de equipamentos para a melhoria tecnológica do processamento. A obtenção das características de composição centesimal da carne de pescado é importante nos processo de conservação e elaboração de sub-produtos (SANTOS *et al.*, 2001) e (BURKET, *et al.*, 2008).

De acordo com o artigo 6º, da Lei 8078/90 (Código de Proteção e Defesa do Consumidor) é por meio do rótulo dos alimentos que se tem acesso as informações como quantidade, características nutricionais, composição centesimal, qualidade e riscos que os produtos podem apresentar (BRASIL, 1990). Já o conhecimento da composição química da pele do pescado é de absoluta importância para indústrias, quando se pretende submeter às peles ao processo de curtimento.

A aquacultura como atividade zootécnica está sempre buscando métodos de avaliação de índices de produtividade animal que sejam eficazes e permitam rápida evolução em programas de melhoramento. O rendimento de carcaça nos sistemas de produção animal tem sido um dos principais objetivos das pesquisas para se obter maior eficiência (CREPALDI, 2004).

Segundo Souza e Inhamuns (2011), o rendimento cárneo de certas espécies está dependentemente ligado a destreza do operário durante o processo de retirada da parte cárnea, ou ainda, da eficiência das máquinas fileadoras e das características peculiares da matéria prima, como tamanho da cabeça, peso das vísceras, pele e nadadeiras.

Ainda são poucos estudos com relação ao rendimento da carne de pescado. As análises de rendimento tem por objetivo auxiliar o produtor a planejar a quantidade de peixes que serão necessários para entregar ao abate (SANTOS, *et al.*, 2001).

Dados sobre o rendimento ainda são escassos, que permitam comparar as espécies, avaliar fatores críticos e visualizar o potencial de industrialização. Estas informações forneceram subsídios às indústrias de processamento e aos piscicultores que podem estimar sua produção econômica (MACEDO-VIÉGAS *et al.*, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Dados de captura

A coleta de dados secundários sobre a produção pesqueira da espécie pirarara foi realizada por meio de levantamento bibliográfico.



Figura 1. Localização das áreas sobre os dados de captura.
Fonte: Google

3.2 Área de coleta das amostras

A área onde foram coletadas as amostras é formada por diferentes comunidades, que são unidades coletivas da Amazônia, localizadas no Município do Careiro da Várzea - AM ($3^{\circ} 07'30''$ S – $59^{\circ}52'30''$ W) (Figura 1). É um dos 62 municípios do Estado do Amazonas, pertencente à Região Norte do país, localizado a 22 km de Manaus, atualmente instituída área metropolitana de Manaus. Possuem um espaço territorial de 2.631,141 km² (IBGE, 2010). Corresponde a 0,17% do total do Estado e predominantemente é uma área de várzea já que no período das cheias tem cerca de 80% de sua área inundada (Figura 2).

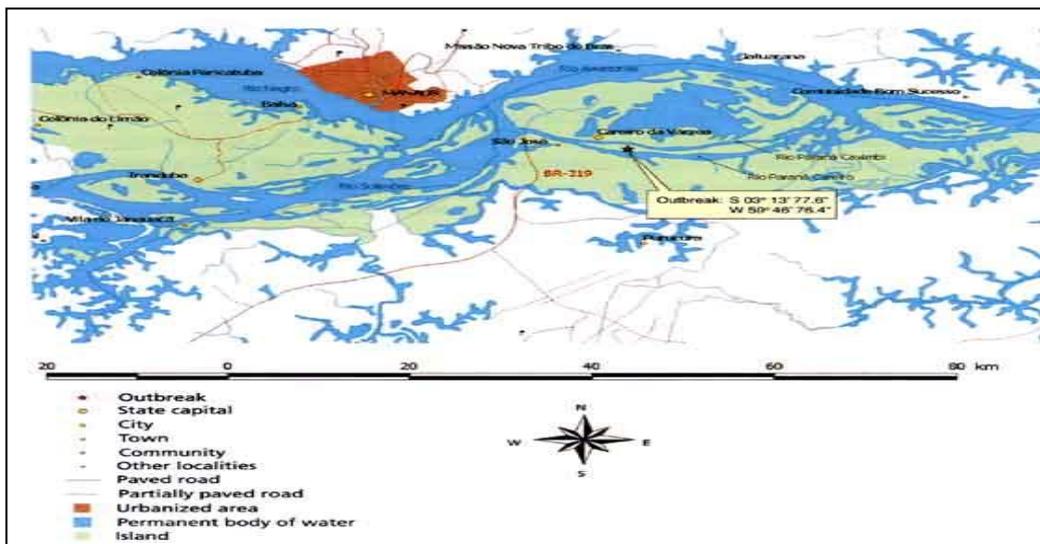


Figura 2. Localização da área de coleta das amostras.
Fonte: MAPA/SDA/DDA.

Foram realizadas coletas no mês de junho/julho de 2009 e 2010 no período de cheia dos rios e em outubro/novembro de 2011, época de seca na região. Segundos informações da CPRM (2011), as curvas envoltórias representam os valores máximos, mínimos e de 10% e 90% de permanência para os valores de cotas já ocorridos em cada dia do ano (Gráfico 1).

Curvas envoltórias das cotas diárias observadas em Manaus

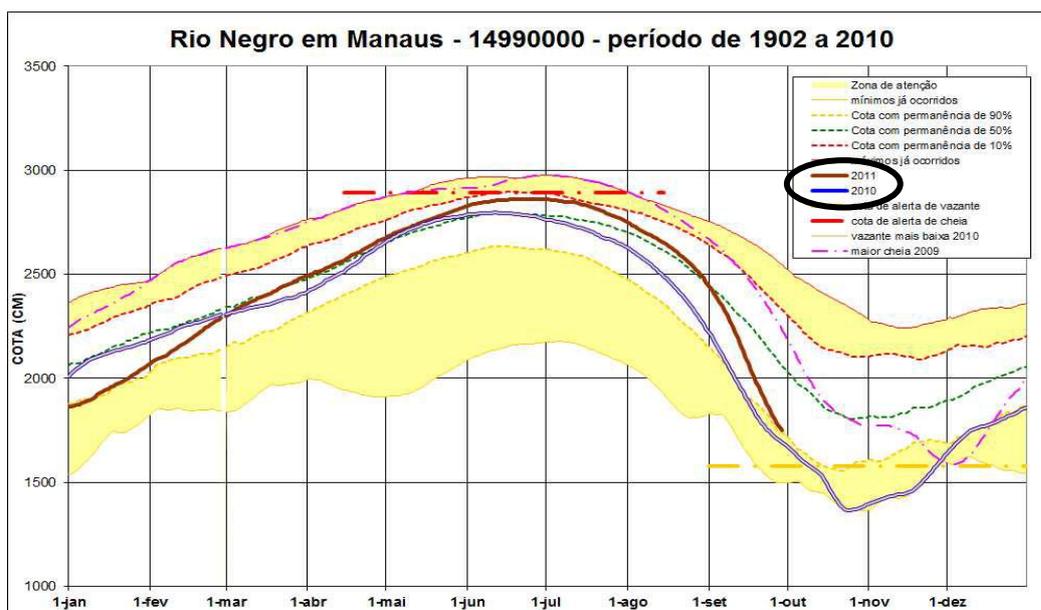


Gráfico 1. Cotograma do Rio Negro em Manaus. Cota em 29/09/2011: 17,49 m
Fonte: CPRM, 2011

As informações hidrológicas utilizados neste boletim são provenientes da rede hidrometeorológica de responsabilidade da Agência Nacional de Águas, operada pelo Serviço Geológico do Brasil e os dados de climatologia foram fornecidos pelo SIPAM (CPRM, 2011).

Os pescadores desta área utilizam artes de pesca comuns à pesca artesanal local. Nas pirararas capturadas (Figuras 3a e 3b) não são observadas características que possa diferenciar as amostras. As mesmas são comercializadas no Porto da Balsa na BR 319 km 13, pelos próprios pescadores. Para este trabalho, foi contratado um dos pescadores para a coleta específica das amostras. Foram capturados 14 exemplares em cada época sazonal e após a despesca os exemplares foram congelados em freezer para posterior filetagem.



Figura 3^a. Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) da cheia.
Fonte: Rocha, 2010



Figura 3^b. Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) da seca
Fonte: Rocha, 2010

3.3 Composição centesimal da pele *in natura*

As amostras de pirarara adquiridas foram coletadas em dois períodos sazonais da bacia Amazônica: seca e cheia. Foram capturados 14 indivíduos e no laboratório, foram eviscerados e descabeçados para retiradas das peles (Figura 4), onde foram acondicionados em sacos plásticos identificados e armazenados em freezer para análises posteriores.

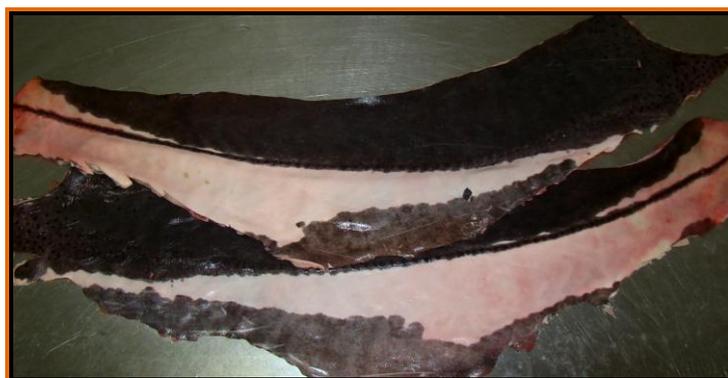


Figura 4. Pele *in natura* de pirarara.
Fonte: Rocha, 2010

As peles foram descongeladas e trituradas em multiprocessador. Alíquotas desse material foram utilizadas para as determinações de composição centesimal, de acordo com a metodologia oficial da AOAC (1995). As análises foram desenvolvidas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM.

A umidade das amostras das peles foi determinada por secagem em estufa a 105 ± 5 °C por 24 horas sendo as análises realizadas em triplicata. As proteínas totais foram determinadas pelo processo de digestão Kjeldahl utilizando-se o fator empírico 6,25 (100%: 16%) para transformar o número de gramas de nitrogênio encontrado no número de proteínas, neste caso, o resultado foi expresso em proteínas bruta ou total, utilizando-se para o cálculo do fator. O teor de extrato etéreo foi determinado pelo método de BLIGH e DYER (1959), utilizando o clorofórmio e metanol como solvente. A porcentagem de cinzas nas amostras foi determinada por meio de incineração em mufla a uma temperatura próxima de 550 °C.

Para testar a igualdade da composição centesimal da pele de pirarara entre os períodos de cheia e seca, foi usado o teste t de Student nos casos em

que os dados respeitaram os pressupostos de normalidade de distribuição e homogeneidade de variâncias, caso contrário, procedeu-se o teste de Wilcoxon, alternativa não paramétrica ao teste t para dados independentes. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software R (R Development Core Team, 2010).

O teste t foi efetuado através da biblioteca Stats, escrita pelo grupo de desenvolvedores do R. A teste de Shapiro-Wilk, usado para verificar a normalidade das distribuições, foi procedido pelo R conforme o algoritmo descrito por Royston (1995). O teste de Bartlett, usado para verificar a homogeneidade das variâncias para dois grupos, seguiu o procedimento de Bartlett (1937). O teste de Wilcoxon foi executado pelo R conforme Hollander e Wolfe (1999).

3.4 Rendimento da pirarara

Para a determinação do aproveitamento do pescado, foram coletados 14 indivíduos da espécie. No laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM estes organismos foram pesados e na seqüência feito o processamento das amostras, que consistiu na evisceração, separação das cabeças e nadadeiras, e o fileteamento manual.

Dando prosseguimento foi realizada a pesagem das diferentes partes resultantes do processamento, e calculado o rendimento. As partes quantificadas consistiram em peso total, filés sem pele, cabeça e resíduo.

3.5 Análises estatísticas

Os resultados obtidos nos testes físico-químicos da pele foram analisados através de análise de variância (ANOVA) e teste Tukey para a comparação das médias entre as amostras, utilizando-se um nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Dados de captura

Os resultados do levantamento bibliográfico sobre a captura das pirararas são apresentados na Tabela 1. O desembarque da espécie embora não tenha sido tão significativo ao longo dos anos, aqui neste trabalho tem suma importância. A produção total de pescado desembarcada em Manacapuru ficou em média $175,36 \pm 39,50$ t mensais no ano de 2001 e de $172,13 \pm 18,88$ t e no ano de 2002. Foi registrado no ano de 2001 um total de 2,14t e no ano de 2002 um total de 2,90t (GONÇALVES e BATISTA, 2008). Na pesquisa dos mesmos autores observou-se que por ser uma espécie migradora foi desembarcada em 2001, principalmente no mês de abril e muito pouco em maio, agosto, setembro e novembro. Em 2002 foram desembarcados com destaque nos meses de outubro e dezembro e muito pouco em janeiro, fevereiro, março e setembro. São necessárias pesquisas adicionais para elucidar a dinâmica das espécies de peixes da Amazônia.

Segundo Nakaúth (2007), o volume desembarcado pirarara em 2005 e 2006 registrado no frigorífico de Pescados Ltda. do Município de Iranduba – AM foram 40 t e 44 t respectivamente, considerando apenas um dos frigoríficos, entre outros localizados no mesmo município.

Quando analisada a produção nacional extrativa continental do país por espécie de pescados de água doce, a espécie pirarara aparece no ano de 2008 com 758 t e em 2009 com 695 toneladas (Boletim Estatísticos/MMA, 2008 e 2009). E segundo dados do Boletim Estatístico do IBAMA/MMA, 2007), neste ano a produção de pirarara foi de 741 toneladas.

Estudo realizado por Fonseca *et al.*, (2011), constatou que entre outras espécies para a produção de pirarara no município de Humaitá (colônia Z-31) foram desembarcadas entre os anos de 2001 e 2010, 130 toneladas, um volume médio de 13.000,00 kg/ano.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento–MAPA, registrou em relatórios de produção de 2010, 2011 e até maio de 2012 a quantidade de 116 t, 118 t e 9 t, respectivamente de pirarara. Estes dados se limitam aos

entrepostos de pescados com Inspeção Federal, não sendo contemplados os com inspeção estadual, municipal ou mesmo a produção e comércio informal (clandestinos).

Conforme informações dos relatórios do MAPA (2010), no Estado do Amazonas além da espécie pirarara, foram processadas 354 toneladas de peixes congelados em filé sem pele e sem espinhas, ou seja, todas estas peles de peixes poderiam ser transformadas em couro, um subproduto de grande valor comercial. Além de serem processadas 964 toneladas de filé de peixe congelado não especificando a espécie, mas que também poderia ser comercializado sem pele para o reaproveitamento dessa matéria prima, muitas vezes considerada resíduo.

Os dados do MAPA (2011) registraram ainda 181 toneladas de peixes congelados em filé sem pele e sem espinhas, e 62 t de filé de peixe fresco e 519 t de filé de peixe congelado. Já segundo os dados parciais do MAPA (2012) até o mês de maio foram processados 12 t de peixes congelados em filé sem pele e sem espinhas e 223 t de filé de peixes congelados. Estes peixes uma vez processado com o aproveitando das peles incidiria em um novo seguimento no desenvolvimento sócio-econômico aliado à sustentabilidade dos recursos naturais da região.

Os dados de captura registrados nesta pesquisa não são trabalhos específicos para a espécie estudada, porém são informações que servem de suporte para que no futuro venha dar ênfase a novas pesquisas. A expectativa é criar alternativas de estudos.

Tabela 1. Diversas fontes de dados da produção pesqueira da espécie Pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), desembarcada em diferentes locais do Estado do Amazonas.

Ano	Origem/ Dados	Autores* Ano	Total
2001	Manacapuru	Gonçalves & Batista, (2008)	2 t
2002	Manacapuru	Gonçalves & Batista, (2008)	3 t
2005	Pescados Ltda/Iranduba	Nakaúth, (2007)	40 t
2006	Pescados Ltda/Iranduba	Nakaúth (2007)	44 t
2007	Produção Nacional	IBAMA/MMA (2007)	741 t
2008	Produção Nacional	Boletim/MMA (2008)	758 t
2009	Produção Nacional	Boletim/MMA (2009)	695 t
2010	Produção Nacional	Boletim/MMA (2012)	722 t
2001 a 2010	Colônia Z-31 Humaitá-Am	Fonseca <i>et al.</i> , (2011)	130 t
2010	MAPA	Relatório (2010)	116 t
2011	MAPA	Relatório (2011)	118 t
2012	MAPA	Relatório parcial (2012)	9 t
Total			3378 t

4.2 *Biometria e Rendimento*

As variáveis biométricas avaliadas: Peso (P); Comprimento total (ct) e comprimento furcal (cf) e rendimento da pirarara estão representadas nas tabelas 2 e tabela 3, respectivamente.

As análises dos resultados da biometria para o atributo (peso total) não houve diferença estatisticamente significativamente entre os pesos dos anos de 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca), independentes dos períodos de seca ou de cheia conforme, o $p=0.1860$ e $\alpha=5\%$.

De acordo com a ANOVA para o comprimento furcal não houve diferença estatisticamente significativa entre os comprimentos furcais para os anos de 2009, 2010 e 2011, independente, dos períodos de seca ou de cheia conforme o $p=0.3586$ e $\alpha=5\%$. Para o comprimento total também não houve diferença estatisticamente para os mesmos anos independentes, dos períodos de seca ou de cheia conforme o $p=0.5098$ e $\alpha=5\%$. De acordo com Rego *et al.*, (2008) mesmo que o crescimento dos peixes aumente com o tempo, o peso pode aumentar ou diminuir o que vai depender de vários fatores que podem afetar a deposição ou mobilização de reservas corporais.

Em análises da biometria realizada por Souza e Inhamuns (2011), para os *Characiformes* curimatã, jaraqui, matrinchã e sardinha, foram encontrados indivíduos maiores no período de cheia, enquanto que tambaqui e pacu foram maiores no período de seca. Porém os *Siluriformes* encontraram-se maiores médias na cheia para piramutaba, e na seca para mapará (33,6 cm e 307,3g) e surubim (48 cm e 1536g). Resultados estes diferentes ao encontrado para a pirarara, porém ressalta-se que os dados são de anos diferentes.

Segundo Souza e Inhamuns (2011), na determinação do rendimento cárneo de várias espécies, entre as quais está a piramutaba (bagre pertencente à mesma família da pirarara), na cheia obtiveram-se médias do comprimento padrão (cm) $41,5\pm 2$ e do peso(g) $1253,7\pm 254$ e na seca o comprimento padrão 38 ± 2 e o peso 1108 ± 354 . Diferentes dos resultados encontrados neste trabalho, as pirararas apresentaram valores superiores, na cheia de 2010 e na seca de 2011 o comprimento total foi de (97,07 e 97,57

respectivamente) não apresentou diferença, no entanto em 2010 e 2011 o peso apresentou-se superior (10,50 e 14,48 respectivamente) foi observada grande quantidade de gorduras nos exemplares do período da seca.

O conhecimento da relação peso/comprimento é um importante método para a análise de populações de peixes. Estas aplicações variam desde estimativas simples do fator de condição ou do peso de indivíduos, até interferências sobre o estado de desenvolvimento sexual da espécie (LE CREN, 1951).

Tabela 2. Médias de comprimento furcal (cm), comprimento total (cm) e peso (Kg) da espécie pirarara nos anos 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca) no Estado do Amazonas, capturado 14 exemplares em cada ano.

Espécie Pirarara (n=14)					
Ano	Comp. Furcal	Erro padrão	Comp. Total	Erro Padrão	Peso
2009	87,61 a	3,38	91,00 a	4,13	9,47 a
2010	92,14 a	3,07	97,07 a	4,21	10,50 a
2011	95,00 a	4,65	97,57 a	4,90	14,48 a

*Letras iguais: diferenças médias não significativas; Letras diferentes: diferenças médias significativas.

As variáveis analisadas foram o rendimento de filé sem pele, da cabeça e do resíduo, mostrados na Tabela 3.

As médias do filé sem pele (16,24%), da pirarara capturada no período da cheia de 2010 analisadas ficaram abaixo da recomendada por Contreras-Guzmán (1994) para peixes de água doce (42,2%).

Segundo Morais *et al.*, (1992), para pescado, o tamanho da cabeça é inversamente proporcional ao rendimento potencial. Já Castelo (1992) encontrou valores médios de cabeça na faixa de 18,95% em espécies de peixes amazônicos e Contreras-Guzmán (1994) relata percentuais médios de 17,76% para peixes de água doce. Resultados estes diferentes ao encontrado neste trabalho com pirarara que foi em média (26,10%), porém esta espécie tem como principal característica a cabeça óssea e enorme.

De acordo com Souza e Inhamuns (2011), para a determinação da contribuição da cabeça, o maior percentual obtido foi com a espécie surubim

(*P. fasciatum*) com 27,23% na cheia, e o menor com a piramutaba (*B. vaillantii*) com 11,06% no período de seca. Os resultados para surubim estão em conformidade com o deste trabalho.

Para rendimento dos resíduos das pirararas na época da cheia foram (vísceras, escamas, nadadeiras e ossos) obtendo média de 57,40%. Valor esse próximo ao da piramutaba (*B. vaillantii*) com média de (56,89%) no período da seca encontrado por Souza e Inhamuns (2011). São resultados que estão próximos ao encontrado por Castelo (1992), que determinou percentuais médios para resíduos em espécies amazônicas na ordem de 42,24%.

Tabela 3. Médias do peso (kg) e rendimento da espécie pirarara no período da cheia na Amazônia no ano de 2010.

Peso	Rendimento		
	Filé sem pele %	Cabeça %	Resíduo %
10,5 ± 3,71	16,24 ± 1,02	26,10 ± 1,50	57,40 ± 1,83

4.3 Composição centesimal da pele *in natura*

Os resultados da composição da pele de pirarara coletada na seca apresentaram maior conteúdo protéico (42,00%) e lipídico (3,91%), em comparação com a época da cheia (Tabela 4), provavelmente porque nesse período de seca o espaço habitado diminui e a oferta de alimentos aumenta principalmente para espécies carnívoras. No mesmo período sazonal em alguns exemplares foram observadas como conteúdo estomacal, outras espécies de peixes. Segundo Goulding (1980), na vazante e seca, a retração das águas limita o espaço, obrigando os peixes a migrarem da várzea para outros locais como o canal principal dos rios aumentando assim a oferta de alimento.

Poucos são os estudos relacionados às análises da composição centesimal para peles de peixes, havendo poucos dados que permitam comparar as espécies. O conteúdo de água na pele de pirarara apresentou

valores de 61,20% na cheia e 58,43% na seca, não havendo diferença significativa entre as épocas. Estando estes valores próximos aos citados por Hoinacki (1989), quanto à quantidade de água na pele, essa pode variar em torno de 60 a 70%. Segundo Souza (2003), as peles da tilápia do Nilo apresentaram em média 69% de umidade, acima dos valores observados neste estudo.

O teor médio de 38,29% para proteína foi observado no período de aumento do volume das águas do rio, menor em relação ao outro período sazonal que foi 42,00%, havendo diferença entre as épocas sazonais, já que no período da seca ocorre grande concentração de diferentes espécies e conseqüentemente abundância de alimentos. Trabalhos realizados com pele “*in natura*” de tilápia do Nilo proveniente de cativeiro e com mais de 701g mostraram valores para proteína de 28,66% (SOUZA, 2003).

No que se refere ao valor de lipídios no período da cheia foi 1,36% e na época da seca foi de 3,91%, havendo diferença entre períodos sazonais. Em estudo realizado com tilápia do Nilo o extrato etéreo foi de 3,43% (Souza, 2003), ficando este valor próximo ao resultado para pele de pirarara capturada na seca, mesmo pelas diferenças entre as espécies e o local de coleta. Os lipídios sendo superior a 4% em relação ao peso da pele seca podem influenciar negativamente durante o processo de curtimento (HOINACKI, 1989). Assim, as peles de pirarara na época da seca vão necessitar de atenção durante o processo de curtimento.

A quantidade de gordura analisada é utilizada para comparações entre os pescados. Se o teor mínimos de lipídios for 10%, o pescado é considerado gordo, entre 2,5 a 10% o pescado é semi-gordo e para valores abaixo de 2,5% o pescado é definido como magro (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

Durante o processo de filetagem em todos os exemplares observou-se grande quantidade de gordura sólida (ácido graxo saturado) aderida tanto às vísceras (Figura 6a) como à pele (Figura 7a) da pirarara capturada na época da seca, quando comparada ao mesmo material observado da época da cheia (Figura 6b e 7b), conforme em destaque.

O tambaqui, por exemplo, apresenta sazonalidade bem definida no acúmulo de gordura, devido a seu comportamento trófico e/ou reprodutivo,

que pode ser devido a características inerentes a cada espécie (ARBELÁEZ-ROJAS *et al.*, 2002).

Segundo Viegas e Guzman (1998), o acúmulo de gordura está localizado ao redor das vísceras, havendo pouca variação no filé ao longo do ano, resultados este em conformidade com os observados neste trabalho.

Trabalho realizado para identificar produtos e subprodutos da medicina popular em Roraima, identificou a banha de pirarara como o produto de muito procurado pelos usuários e utilizado na medicina popular (PINTO e MADURO, 2003). Documentado também por Begossi e Braga (1992), a gordura da pirarara é utilizada pela população regional para tratar problemas respiratórios, incluindo pneumonia, asma e bronquite.

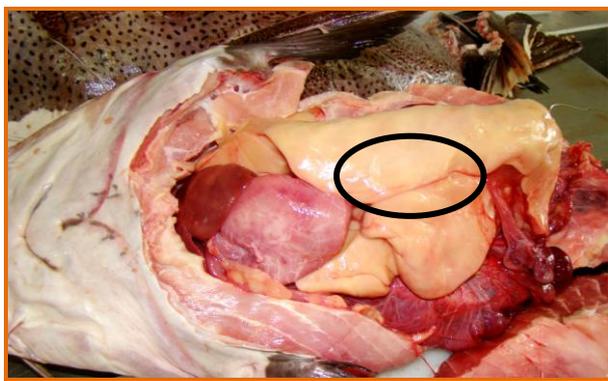


Fig. 6a Gordura junto às vísceras (seca)



Fig. 6b gordura junto às vísceras (cheia)



Figura 7a. Presença de gordura na pele (seca)



Figura 7b. Ausência de gordura na pele (cheia)

O conhecimento da composição química da pele de peixes é de absoluta importância, quando se pretende submetê-la aos métodos de curtimento, sendo indiscutível que as peles sejam bem limpas antes do processo. Segundo Souza (2003), a quantidade de graxa presente na pele vai influenciar no curtimento, sendo necessário utilizar uma maior quantidade de

tensoativos e solventes e conseqüentemente maior tempo dessas etapas do curtimento.

Os teores de cinzas não apresentaram diferença significativa ($p > 0,4363$) entre a cheia (0,63%) e a seca (0,67%), estes valores estão abaixo da média (1,90%) encontrada por Souza (2003), para diferentes classes de peso da pele *in natura* de tilápia do Nilo.

Segundo Prado (2011) ao avaliar a composição química da pele de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) encontrou os seguintes valores 60,98% de umidade, 33,49% de proteína bruta, 1,67% de extrato etéreo e 0,21% de cinzas.

Tabela 4. Composição centesimal da pele *in natura* de pirarara coletada no período da cheia (2010) e seca (2011).

Componente (%)	Período		p
	Cheia	Seca	
Umidade	61,20±4,47	58,43±1,36	0,1066
Proteínas	38,29±1,39	42,00±0,89	0,0001
Lipídios	1,36±0,40	3,91±1,12	0,0001
Cinzas	0,63±0,08	0,67±0,13	0,4363

Os resultados de proteínas sobre a composição química centesimal da porção comestível do curimatã entre os meses de março, maio, junho e julho foram 17,8%; 18,9%; 19,6% e 18,1% respectivamente, logo foi observado um pequeno coeficiente de variação, isso segundo o autor se deve a variação sazonal de alimentos (MAIA *et al.*, 1999).

Segundo trabalho realizado por Moreira-Hara *et al.*, (2004), durante os ciclo hidrológico mostrou que a espécie *Acestrorhynchus falcistrostris* (Characiformes) apresentou um longo período reprodutivo e sua atividade alimentar variou sazonalmente, sendo mais intensa na enchente e cheia, e houve um maior acúmulo de gordura cavitária na vazante e seca. Nesse trabalho observou-se uma grande quantidade de gordura junto às vísceras das pirararas capturadas no período da seca. Novos trabalhos deverão ser realizados não apenas com a espécie pirarara como também para outras espécies da região Amazônica.

5. CONCLUSÕES

- A espécie em estudo desembarcada em diferentes locais do Estado do Amazonas entre 2001 e 2012 foi de 3378 t, conforme levantamento bibliográfico;
- Não houve diferença significativamente entre os pesos dos anos de 2009 (cheia), 2010 (cheia) e 2011 (seca, logo foram independentes dos períodos de seca ou de cheia conforme o $p=0.1860$ e $\alpha=5\%$;
- Não houve diferença significativa entre os comprimentos furcais para os anos de 2009, 2010 e 2011, logo foram independente, dos períodos de seca ou de cheia conforme o $p=0.3586$ e $\alpha=5\%$;
- Composição centesimal da pele *in natura* apresentou umidade 61,20% e 58,43%; proteínas 38,29% e 42,00% um pequeno aumento no período da seca; Os lipídios foram de 1,36% e 3,9% com aumento no nível de gordura no período da seca e cinzas com 0,63% e 0,67% não havendo diferença entre os períodos sazonais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. T. A indústria pesqueira na Amazônia. *Ibama/Provárzea*, (Estudos Estratégicos). 2006. 110 p.

ARBELÁEZ-ROJAS, G. A; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Composição Corporal de Tambaqui, *Colossoma macropomum*, e Matrinxã, *Brycon cephalus*, em Sistemas de Cultivo Intensivo, em Igarapé, e Semi-Intensivo, em Viveiros. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, 2002.1059-1069 p.

BARBARINO-DUQUE, A.; WINNEMILLER, K. O. Dietary segregation among large catfishes of the Apure and Arauca Rivers, Venezuela. *Journal of Fish Biology* 63: 2003. 410-427 p.

BARTHEM, R. B. & GOULDING, M. **Os Bagres Balizadores: Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos**. Tefé: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 1997. 140 p.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Coord.) **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira**. Manaus: Ibama/ProVárzea. 2004. 268 p.

BAYLEY, P.B. e PETRERE Jr. M. **Amazon fisheries: basement methods, current status and management options. Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)**. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 106. 1989. 628 p.

BENTES, J. S. *et al.* Destino e análise quali-quantitativa dos resíduos orgânicos produzidos pelas indústrias de pescado em Tefé/AM (2004-2005). In: FACHIN-TERÁN, Augusto (org.). **Resultados das Pesquisas de Iniciação Científica da Escola Normal Superior – PROFIC 2004-2006**. Manaus: UEA. v.1.2007.165-168 p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2010.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca. **Relatório técnico do projeto de cadastramento das embarcações pesqueiras no litoral das regiões Norte e Nordeste do Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2011.

BRASIL. Ministério da Justiça. Secretaria do Direito Econômico. Lei 3078 de 11 de setembro de 1990. **Código de Defesa do Consumidor**. Disponível em: Acesso em junho/2012.

BURKET, D.; ANDRADE, D. R.; SIROL, R. N.; SALARO, A. L. Rendimento do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira Zootecnia**. V. 37. 2008.

CABRAL, W.; ALMEIDA, O. T. Avaliação do mercado da indústria pesqueira na Amazônia. In: ALMEIDA, O. (Org.). **A indústria pesqueira na Amazônia**. Manaus: Pro-Várzea/IBAMA, 2006. 17-40 p.

CASTELO, F. P. Rational use of freshwater fish of the Amazon. Evaluation of freshness of Jaraqui (*Semaprochilodus taeniurus* e *Semaprochilodus insignis*). **Acta Amazonica**, 22 (3): (in Portuguese, with abstract in English). 1992. 437-448 p.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 409 p.

CÓRDOBA, E. A.; COY, Y. S.; PÁEZ, C. L. S.; MUÑOZ-SOSA, D. L.; ALONSO GONZÁLEZ, J. C. A.; DIAZ, E. A.; PRIETO, O. J. R.; PONTES N. R. A.; MUÑOZ, L. E. A.; AVELLANEDA, M. N.; CARRILLO, H. V. **Bagres de la Amazonía Colombiana: un recurso sin fronteras**. Instituto Amanónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), – Ministerio del ambiente, Bogotá, Colombia. 2000. 253 p.

COX-FERNANDES, C.; PETRY, P. A importância da várzea o ciclo de vida dos peixes migradores na Amazônia Central. In: VAL, A. L.; FLIGLIUOLO, R.; FELDBERG, E. (Eds.). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia: Fatos e Perspectivas**. v.1, Parte IV. Cap. 12, 1991. 315-320 p.

COY, Y. S.; CÓRDOBA, E. A. *Peces de Importancia Económica en la Cuenca Amazónica Colombiana*. Programa de Recursos Hidrobiológicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Serie **Estudios regionales de la Amazonia Colombiana**. Bogotá – Colombia. 2000. 140 p.

CPRM- Serviços Geológicos do Brasil, ANA- Agência Nacional das Águas. Monitoramento Hidrológico. Boletim N. 33 de acompanhamento. Marco Antônio de Oliveira Superintendente Regional da CPRM/Manaus. 2011.

CREPALDI, D.V. **Avaliação da técnica de ultra-sonografia como indicador de rendimento de carcaça e biometria em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2004. 39 f.

CRUZ, Manuel de Jesus Masulo. Rios e Lagos: apropriação da pesca pelos camponeses-ribeirinhos na Amazônia. in: BRAGA, Sérgio Ivan Gil. (org.) **Cultura Popular, Patrimônio Material e Cidades**. Manaus: EDUA, 2007.

FABRÊ, N. N. e ALONSO, J. C. Recursos Ícticos no Alto Amazonas; sua importância para as populações ribeirinhas. Bolm. Mus.Par. Emilio Goeldi, série **Zool**,v.14,nr1: 1998. 19-55 p.

FAO-COPESCAL *Informe del taller regional sobre el manejo de las pesquerías de bagres migratorios del Amazonas (Iquitos - Perú)*. Page 103. Informe de campo F-5: Comisión de pesca continental para América Latina. FAO, Roma. 2000.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. **Peixes comerciais do médio Amazonas: Região de Santarém** – PA. Brasília: Edições IBAMA, Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca. 1998. 211 p.

FOSENCA, R.; SALES, M. K. G.; SANTOS, S.; ZANCHI, F. B. Caracterização do desembarque pesqueiro efetuado na colônia de pescadores Z-31 no município de Humaitá-AM. **Revista IGAPÓ** – IFAM. Volume 5, Nº 1 Jun. 2011.

GONÇALVES, C. e BATISTA, V.S. Avaliação do desembarque pesqueiro efetuado em Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica** vol. 38 (1). 2008.135 – 144 p.

GOULDING, M. **The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history**. University of California Press, Berkeley. 1980. 280 p.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FRERREIRA, E. *The Smithsonian atlas of the Amazon*. Smithsonian Books. 2003. 253 p.

GOMIERO, L.M. e BRAGA, FMS. Relação peso-comprimento e fator de condição para *Cichla cf. ocellaris* e *Cichla monoculus* (Perciformes, Cichlidae) no reservatório de Volta Grande, rio Grande-MG/SP. **Acta Scientiarum** **25**: 2003. 79-86 p.

HOINACKI, E. Peles e Couros - Origens, defeitos, e industrialização. 2.ed.rev. e ampl. Henrique d'Ávila Bertaso. Porto Alegre, 1989. 319 p.

IBAMA. **Estatística da Pesca 2007** – Brasil. Grandes Regiões e Unidades da Federação. Brasília, DF, dez. 2007. 113 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF)**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: fev. 2011.

LE CREN, E.D. **The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad and conditions in the perch *Perca fluviatilis***. Journal of Animal Ecology, 20: 1951. 201-219 p.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press. 1987. 382 p.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP. 1999.

MAIA, E. L.; OLIVEIRA, C. S.; SANTIAGO, A. P.; CUNHA, F. E. A.; HOLANDA, F. C. A. F.; SOUSA, J. A. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce Curimatã comum, *Prochilodus cearensis*. **ciênc. Tecnol. Aliment**. vol.19 n.3 Campinas Sept./Dec. 1999.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; FRASCÁ-SCORVO, C. M. D.; VIDOTTE, R. M.; SECCO, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e rendimento de processamento da matrinxã cultivada (*Brycon cephalus*), **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, 2000. 725-728 p.

MARCIO, D. 2008. Diferença entre pirarara e cachapiras <http://www.pescaeturismo.com.br>: junho/2011).

MARCHI, J. F. **Desenvolvimento da avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, *Oreochromis niloticus***. Viçosa. 85p. (Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa). 1997

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – DAS. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA Serviço de Inspeção Federal – SIF. Relatório de produção por Estado. 2010/2011/2012.

MORAIS, C.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, C.R.L. Yield and chemical composition of flesh ictiofauna to catch shrimpseven- beards (*Xiphopenaeus*

kroyeri, Heller, 1982). *Coletâneas do ITAL*, Campinas, 22(1): (in Portuguese, with abstract in English).1992. 62-72 p.

MORAES, A.O.; SCHOR, T.; ALVES-GOMES, J. A. O **mercado de bagres e a configuração da rede urbana no alto e médio Solimões, Amazonas, Brasil**. n.32, vol.1, , jan/jun. 2010. 93-110 p.

MOREIRA-HARA,S.S.; ZUANON, J.; AMADIO, S. **Relação entre o ciclo hidrológico e as atividades alimentar e reprodutiva de quatro espécies de peixes no Catalão, uma área de várzea na Amazônia Central**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, AM. 2004.

MORETTO, E. F.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. Introdução à ciência de alimentos. Editora da UFSC, 2002. 255 p.

OGAWA, M. e MAIA, E. L. Química do pescado: In: OGAWA, M. e MAIA, E. L. **Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo: Livraria Varela. 1: 1999. 29-71 p.

PARENTE, V. M. VIEIRA, E. F. CARVALHO, A. R. FABRÉ, N. N. A Pesca e a Economia da Pesca de Bagres no Eixo Solimões-Amazonas. in: FABRÉ, N. N. 2005.

PETREIRE, M. Jr.; AGOSTINHO, A. A.; OKADA, E. K.; JULIO Jr.,H. F. Review of the fisheries in the Brazilian portion of the Paraná. Pantanal basin. 2002.

PINTO, A. A. C; MADURO, C. B. Produtos e subprodutos da medicina popular comercializados na cidade de Boa Vista, Roraima. **Produtos e subprodutos da Médici**. 2003.

PRADO, M. Características da pele de *Pseudoplatystoma sp* submetida ao processo de curtimento: morfologia, resistência físico-mecânica e química. **Dissertação** (Mestrado). Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Maringá, 2011.

RUFFINO, M. L.; BARTHEM, R. B.; FISCHER, C.F.A. Perspectivas do manejo dos bagres migradores na Amazônia. In: Recursos pesqueiros do médio Amazonas: **Biologia e estatística pesqueira**. Edições IBAMA, Brasília. 2000. 141-152 p.

RUFFINO, M. L.; SOARES, E. C.; SILVA, C. O.; BARTHEM, R. B.; V. BATISTA, V.; ESTUPIAN, G.; PINTO, W. **Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará 2003**. Manaus: IBAMA; Pro-Várzea. 2006. 76 p.

SANTOS, A. B.; MELO, J. F. B.; LOPES, P. R. S.; MALGARIM, B. composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). **Revista da FZVA, Uruguaiana**, v. 7/8m. 2001. 140-150 p.

SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do Baixo Rio Tocantins**: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí/ Brasília: Eletronorte, 2004. 216 p.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados* 19 (54). 2005.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. **Peixes comerciais de Manaus**. Ibama-AM/Provárzea. Manaus, AM. 144p. 2006.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; VAL, A. L. Hiléia - **Revista do Direito Ambiental da Amazônia**. Recursos pesqueiros e sustentabilidade na amazônica: fatos e perspectivas. N. 8. 2010

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de Alimentos**: Métodos Químicos e Biológicos. 3^a Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SOUZA, A. F. L e INHAMUNS, A. J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. vol. 41(2), 2011. 289 – 296 p.

SOUZA, C. A.; HASHIMOTO, D.T.; MENDONÇA, F. F.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Desenvolvimento e seleção de marcadores moleculares microssatélites para *Phractocephalus hemeliopterus*, Pirarara (Siluriformes, Pimelodidae Resumos do 56º Congresso Brasileiro de Genética. 2010.

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. 169 pp. Jaboticabal, Tese (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista. 2003.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. & MARTINS, M.L. Equação da relação peso-comprimento, fator de condição, relação hepato e esplenosomática de 11 teleósteos dulciaquícolas cultivados no Brasil. **CIVA 2006** (<http://civa2006.org>): 2006. 713-720 p.

VAL, A. L. e ALMEIDA- VAL, V. M. F. *Fishes of the Amazon and their environment (Physiological and Biochemical Aspects)*. Springer, Berlin, Heidelberg New York, 1995. 224 p.

VIEGAS, E.M.M.; GUZMAN, E.C. Effect of sources and levels of dietary lipids on growth, body composition, and fatty acids. **World Aquaculture**, v.29, n.10, 1998. 66-70 p.

ZUANON, J. A. S. ***Aspectos da biologia, ecologia e pesca de grandes bagres (Pisces, Siluriformes, Siluroidei) na área da ilha de Marchantaria – Rio Solimões, AM.*** Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. Peixes de Lagos do Médio Rio Solimões 168. 1990. 186 p.

CAPÍTULO II

ASPECTOS MORFOLÓGICOS DAS PELES E DO COURO DE PIRARARA

(Phractocephalus hemiliopterus)

RESUMO

Estudos demonstraram que é importante realizar trabalho histológico da arquitetura das fibras colágenas da derme compacta dos peixes, pois estas fibras constituem os principais componentes responsáveis pela estabilização da pele durante as etapas de curtimento, transformando em couro. Nesse trabalho efetuou-se a descrição micromorfológica da pele e couro de pirarara, enfatizando algumas modificações ocorridas durante o curtimento. Para as análises histológicas foram coletadas amostras de peles das regiões dorsais média, linha lateral e ventral em relação ao comprimento do peixe. Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram coletados as amostras de pele *in natura* e no fim de cada uma das quatro etapas do processo de curtimento, sendo 3 amostras de cada região corporal (dorsal média, linha lateral e ventral) da pirarara. Na pele *in natura* observa-se por meio da microscopia uma epiderme delgada e, logo abaixo, uma derme superficial com cromatóforos contendo grânulos abundantes e bastante evidentes de melanina, muito diferente das descrições publicadas a respeito da pele de surubim, outro bagre amazônico. A região média dorsal em relação ao comprimento do corpo do peixe é formada por derme superficial e profunda composta por arranjo de fibras colágenas do tipo I dispostas no sentido longitudinal, transversal e vertical. Na análises de microscopia eletrônica para peles *in natura*, independente da época sazonal dos rios, na derme da linha lateral média é possível observar fibras compactas. Na parte da flor, ao longo da linha lateral média, além das fibras colágenas compactas, notam-se aberturas (poros) circundadas por fibrilas. Na região anterior dorsal (época da seca) e região final dorsal (época da cheia) há presença de fibras compactas, não apresentando evidências de diferença entre as épocas. Em microscopia durante as etapas de curtimento da região dorsal anterior em relação ao comprimento do corpo (época da cheia), foi observada que as fibras colágenas encontram-se menos compactas e íntegras, dispendo-se em ângulos próximos a 45° ao longo da pele, cruzando com outras que lhes são perpendiculares ocorrendo um “entrelace”, formando feixes longos e bem orientados. Na etapa do remolho, conforme observação da região anterior da linha lateral, a derme superficial apresenta fibrilas e fibras colágenas intumescidas. Já na etapa do píquel, nota-se que as fibras e fibrilas estão separadas e isoladas, corroborando informações já publicadas. Essa separação é resultado da eliminação da epiderme e hipoderme, necessária para recepção dos curtentes. Na etapa de recurtimento/engrase, observa-se fibras e fibrilas colágenas bem individualizadas e espaçadas, propiciando a flexibilidade e maciez ao couro.

Palavras-chave: Pirarara, derme, colágeno.

CHAPTER II

MORPHOLOGICAL ASPECTS OF PIRARARA (*Phractocephalus hemioliopus*) SKIN AND LEATHER

ABSTRACT

Studies have shown that is important to perform studies about histological architecture of collagen fibers in compact fish dermis, because these fibers are the main components responsible for skin stabilization during tanning stage, turning leather. In this work, we performed micromorphological description about skin and leather, emphasizing some modifications during tanning process. For histological analysis, skins samples of middle dorsal and ventral region and lateral line relative to fish length was collected. For scanning electron microscopy (MEV), samples were collected from fresh skin and in the end of each four steps during tanning process, being 3 samples of each pirarara body region (middle dorsal, ventral and lateral line). The fresh skin observed by microscopy shows one thin epidermis and, just below, superficial dermis with chromatophores containing very evident and abundant melanin granules, very different from the published descriptions about surubim skin, another Amazonian catfish. The middle dorsal region relative to body length fish consists of superficial and deep dermis composed by type I collagen fibers arrangement in longitudinal, transverse and vertical ways. By electron microscopy analyses for drought and dry season fresh skins is possible to observe compact fibers in dermis middle lateral line region. In the flower, along the lateral line, besides the compact collagens fibers, are noted openings (pores) surrounded by fibrils. In the anterior dorsal region (drought season) and final dorsal region (flood season) compact fibers are present, showing no evidence of differences between seasons. Microscopy during the stages of tanning in flood season, in anterior dorsal region in relation to body length was observed that the collagen fibers are loose and intact, arranged in angles near 45 ° along the skin and intersect with others perpendicular fibers, occurring a " interlace " , forming long and well oriented bundles. In the soaking step, according observations of anterior lateral line, the superficial dermis presents swollen fibrils and collagen fibers. Already in the pickling step , note that the fibers and fibrils are separated and isolated, leaving spaces between them, confirming published informations. This separation is result of epidermis and hypodermis elimination, necessary to receive the tanning. In step retanning / grease , is observed collagen fibrils and fibers well individualized and spaced, providing flexibility and softness to the leather.

Keywords: Pirarara, dermis, collagen

1. INTRODUÇÃO

Histologicamente, a pele é constituída por três diferentes camadas: a epiderme é a camada mais externa da pele, é fina e corresponde apenas a 5% da espessura total da pele. No processamento da transformação da pele em couro, essa camada é eliminada no processo de depilação (HOINACKI *et al.*, 1994).

A pele, ou tegumento, segundo Junqueira e Carneiro (2005), recobre toda a superfície do corpo e é composta pela epiderme, uma camada de tecido epitelial estratificado pavimentoso queratinizado e pela derme, a camada de tecido conjuntivo denso não modelado, que por sua vez é constituído por uma variedade de células e uma matriz extracelular, um complexo de macromoléculas não vivas, produzidas pelas células e exportadas por elas para o espaço intercelular.

A epiderme, estruturalmente a camada mais externa, é constituída por queratinócitos, camada basal denominada *stratum germinativum* responsável pela renovação celular, melanócitos responsáveis pela produção de melanina e pigmentação e células com função imunológica vital, como as células de Langerhans (SOUTO *et al.*, 2006).

Entre as camadas da pele, a derme é a mais complexa e importante, compostas de tecidos conjuntivos, com diferentes moléculas, células de defesa e um amontoado de fibras, que tem como função principal sustentar, dar força e elasticidade à pele (NOGUEIRA, 2007).

É a camada inferior da pele, constituída principalmente por fibras horizontais, atravessadas por vasos sanguíneos, com traços de carnes, músculos ou tecido conjuntivo frouxo, que contém gordura (ADZET *et al.*, 1986).

De acordo com Kubota (1997), o colágeno é uma proteína cuja sua característica é a formação de fibras insolúveis com alta resistência elástica, tendo como função a modulação de forças externas e internas exercidas dentro do organismo. Além de seu papel estrutural nos tecidos, entre outras características está a de orientar os tecidos em desenvolvimento. É

encontrado no tecido conjuntivo de organismos multicelulares (tendões, cartilagens, peles, músculos, ligamentos, placenta).

O couro foi um dos primeiros materiais utilizados pelo homem. Advém do período em que os homens habitavam as cavernas, quando as peles eram utilizadas de forma rudimentar, e é utilizado até hoje, como um material nobre em diferentes aplicações. É fator determinante de classe social, por estarem presentes nos carros mais luxuosos, assim como em jóias, relógios e artigos para residência (CICB, 2005).

O objetivo deste trabalho foi descrever a estrutura tegumentar das peles de pirarara *in natura* e algumas etapas (remolho, piquel, curtimento e recurtimento/engraxe) do processo de transformação da pele em couro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Histologia da pele*

A Histologia compreende tanto o estudo da função celular, como a estrutura da célula e, conseqüentemente compreende o estudo da célula e estrutura do tecido em relação às suas funções. "Literalmente, histologia significa a ciência dos tecidos" (REINIGER, 2009). Os tecidos constituem um grupo de células e elementos intercelulares, com específica função.

A estrutura histológica da pele e sua espessura se diferenciam entre espécies, ou no mesmo animal, dependendo da parte em que se tome a amostra (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2005).

Estudos realizado por Junqueira *et al.*, (1983) demonstraram que é interessante realizar trabalhos histológico da arquitetura das fibras colágenas da derme compacta dos peixes, pois estas fibras constituem os principais componentes responsáveis pela estabilização da pele durante as etapas de curtimento, transformando em couro. O mesmo autor e colaboradores relatam que as fibras propiciam uma resistência tênsil, fornecendo assim à pele, uma consistência semelhante ao do couro, apropriada para resistir às pressões geradas quando o corpo do animal é distendido.

Segundo Souza (2003), a histologia da pele de tilápia do Nilo assemelha-se à de outros peixes teleósteos quanto à sua organização estrutural, por estar constituída de epiderme e derme, esta fica apoiada na hipoderme que é composta de células adiposas entremeadas por tecido conjuntivo frouxo. Não foram observadas diferenças marcantes entre as três regiões analisadas da pele quanto ao número e tipo de células encontradas na epiderme.

O mesmo autor denomina a derme como a camada intermediária, que efetivamente será transformada em couro e é constituída basicamente pela proteína colágena. Já a hipoderme é a camada inferior, formada por tecido subcutâneo, que une a pele aos demais tecidos do animal. Possui grande conteúdo de gordura, vasos sanguíneos e nervos. No processamento do couro, é eliminada na operação de descarne.

Embora alguns estudos tenham sido realizados para investigar a histologia da pele de algumas espécies de escama como: a histologia da pele de carpa prateada (Souza *et al.*, 2006); do tucunaré (Matias *et al.*, 2001); tilápia do Nilo (Souza, 2003) e ainda pesquisas sobre a anatomia microscópica da pele de tilápia, carpa espelho e carpa comum (Souza, *et al.*, 1995), não foram encontrados trabalhos abordando as diferenças morfológicas, aspectos morfométricos e histoquímicos do tegumento de peixes lisos como a pirarara.

2.2 *Pele*

A pele funciona como um filtro de radiação, evita a destruição dos tecidos subjacentes pela ação dos raios solares. Além, das terminações nervosas, responsáveis pela recepção de estímulos sensoriais, como calor, frio, etc. Possuem a função de excreção e protege contra a invasão de bactérias e agentes exteriores (HOINACKI, 1989).

Para Freitas (2007), a pele fresca é formada por um retículo de proteínas fibrosas banhadas por um líquido aquoso, que contém proteínas globulares, graxas e substâncias minerais e orgânicas. Segundo Adzet *et al.* (1986), a composição aproximada da pele bovina recém esfolada (pele verde), é a seguinte: água (64,0%); proteínas (33,0%); graxas (2,0%); substâncias minerais (0,5%); outras substâncias (0,5%).

As proteínas da pele apresentam-se em duas formas: fibrosas (as queratinas, o colágeno e a elastina) e globulares (pertencem às albuminas e globulinas). Para Boranic *et al.*, (1999), a pele é considerada o maior e mais extenso órgão do corpo e sua espessura apresenta-se irregular variando de uma região para outra com certo grau de impermeabilidade.

As funções básicas da pele estão relacionadas em grande parte pelas propriedades da camada epidérmica, onde forma um revestimento celular ininterrupto que recobre toda a superfície externa do corpo (BLOOM e FAWCETT, 1975).

Harris (2009) afirma que a função principal do sistema imunológico da pele é englobar uma região, isolando estruturas internas do ambiente

externo, o autor ainda relata que o sistema imunológico da pele é complexo, integra as respostas humorais e celulares.

A pele é constituída, em sua estrutura primária, por cadeias de aminoácidos (glicina e prolina) unidos entre si. Esta série de interações entre as cadeias de aminoácidos dá lugar a filamentos e fibras de colágeno, que é a proteína essencial da pele. Portanto, a pele é um tecido desordenado constituído por fibras que se unem. Esta estrutura da pele é responsável pela resistência ao rasgamento e uma alta capacidade de absorção de água, conferindo-lhe a capacidade de absorver umidade uniformemente por toda a estrutura e liberá-la depois de algum tempo (BARROS *et al.*, 2006).

Sousa e Vargas (2004), relatam que a pele é formada por tecidos de origem ectodérmica e mesodérmica que se arranjam em três camadas denominadas de epiderme, derme e hipoderme e possui funções como barreira contra agressores exógenos de natureza química e biológica e impede a perda de água e de proteínas para o exterior. Além disso, age como órgão sensorial, participa do sistema imunológico, regula a temperatura corpórea, produz vitamina D3, excreção de eletrólitos entre outras funções.

As peles possuem várias funções entre elas a conservação da homeostasia, o controle hemodinâmico, a recepção sensorial, a excreção de metabólitos e a presença de células envolvidas na imunidade inata e adaptativa (SOUZA *et al.*, 2005; SCOTT, 1996).

Estudo realizado por Kolb (1987) descreve a pele como um órgão sensorial, no qual uma série de receptores efetua sua ação. Possuindo terminações nervosas sensitivas em certos locais da pele, levam informação de pressão, temperatura e dor ao sistema nervoso central, além de ser um órgão de armazenamento de sangue. Outra função é produzir vitamina D e ainda serve como reservatório de eletrólitos, água, lipídios, carboidratos e proteínas, e desempenha importante função na termorregulação.

Segundo Lima Pressi (2005), a pele é um manto de revestimento do organismo, sendo indispensável à vida, a qual isola os componentes orgânicos do meio exterior, compondo uma complexa estrutura e adequando-se às suas funções.

O estrato germinativo consiste numa camada simples de células cilíndricas que se encarregam por meio de divisão, da reposição constante das camadas epiteliais superficiais. O estrato germinativo e o estrato espinhoso são os locais onde se encontram os corpúsculos pigmentares, que consistem em melanina. Em direção ao estrato córneo, o teor de pigmento da epiderme fica cada vez menor (KOLB, 1987).

Segundo Adzet *et al.*, (1986), a pele é considerada observando-se dois aspectos: a parte externa, que contém a pelagem do animal, denominada no setor coureiro de “flor”; e a parte interna, que se encontra junto à carne do animal, denominada de “carnal”.

Durante o processo de filetagem de peixes grande volume de resíduos é eliminado, inclusive a pele, pois os filés são comercializados principalmente sem pele. No entanto, como forma de agregar valor aos subprodutos, a pele pode ser aproveitada pela indústria de beneficiamento do couro, se transformado em uma matéria-prima apreciada comercialmente (SOUZA, 2003).

Segundo Farias (1989), a pele dos peixes é constituída por duas camadas: a epiderme e a derme. O colorido cutâneo dos peixes é por causa da presença de células chamadas de cromatóforos, localizados na epiderme ou, mais freqüentemente na derme.

A pele dos peixes tem importância por ser a interfase entre tecido interno e o ambiente externo, sendo muito susceptível a variação do meio aquático (HINTON e LAUREN, 1990). Já Passos (2002), a epiderme varia em número de estrato celular entre espécies e em diferentes regiões na mesma espécie, afirma ainda que na pele de peixes em geral, a derme consiste em uma relativa camada superior de tecido conjuntivo, zona denominada de estrato compacto e rico em fibras de colágeno.

No aproveitamento da pele pela indústria coureira, deve-se levar em consideração a espécie, tamanho e qualidade da pele. Existem diferenças acentuadas entre as várias espécies de peixes, tanto os peixes de escamas, quanto os peixes de couro, as quais exigem técnicas diferenciadas de curtimento (SOUZA *et al.*, 2003). As fibras colágenas são estruturas básicas que reagem com o curtente, transformando a pele em couro, com

característica de maciez, elasticidade e resistência à tração (HOINACKI, 1989).

De acordo com Almeida (1998) a pele de peixe é um produto que possui alta qualidade e resistência, após ser retirada precisa ter um armazenamento eficiente e adequado para que não ocorra autólise do tecido e perda do material.

2.2.1 A epiderme

Segundo Meyer *et al.*, (1978) algumas diferenças são observadas entre o homem e os animais, entre as espécies de animais, entre indivíduos da mesma espécie e entre as diferentes regiões do corpo de um mesmo indivíduo. A epiderme é uma estrutura dinâmica constantemente renovada pela descamação do estrato córneo (KRISTENSEN, 1975).

Ao microscópio podem ser observadas as diferenças na estrutura da pele, a epiderme é a parte superior da pele, que adentra recobrindo os folículos pilosos e que se desprende facilmente da pele durante o processo de depilação (ADZET *et al.*, 1986). A epiderme não possui vascularização, ela recebe seus nutrientes por proximidade da camada derme (GAWKRODGER, 2002).

A epiderme é denominada de camada estratificada queratinizada, havendo renovação celular constante em pavimento queratinizado, constituída por sub camadas organizadas estruturalmente a partir da superfície interna (GARTNER, 2003).

De acordo com Adzet *et al.*, (1986), as queratinas são as proteínas que formam a epiderme, sua característica essencial é a elevada quantidade do aminoácido cistina em sua molécula, cujos percentuais sobre o peso seco da proteína estão entre os valores de 4 - 18%, as mesmas são insolúveis em água, porém se dissolvem facilmente sob a ação de substâncias redutoras em meio alcalino.

2.2.2 A derme

Estando abaixo da epiderme, é dividida em duas camadas sem delimitação aparente: a camada papilar (superficial) e a reticular (profunda). A papilar é uma estreita camada de tecido conjuntivo frouxo, situada abaixo da epiderme, sustentando-a. A derme reticular é constituída por tecido conjuntivo denso não modelado situado abaixo da derme papilar ocupando uma extensa área da derme, além de serem observadas inúmeras fibras protéicas (FERREIRA *et al.*, 2007).

O mesmo autor e colaboradores citado acima, relatam ainda que a camada reticular tem como característica ser constituída de tecido conjuntivo denso, não-modelado, com fibras colágenas do tipo I que se agrupam firmemente formando uma trama com feixes que ocorrem em várias direções, ou paralelamente à superfície da pele. Ainda entrelaçadas com as fibras colágenas encontra-se as redes de fibras elásticas espessas, responsáveis pela sustentação da epiderme e pela conexão com a hipoderme subjacente.

O processo dérmico inclui o aumento da espessura e do número de fibras colágenas, a substituição gradual do colágeno tipo III pelo colágeno tipo I, a redução da substância fundamental e a diferenciação de células mesenquimais precursoras em fibroblastos (SCOTT *et al.*, 2001).

De acordo com Adzet *et al.*, (1986) o corium, ou zona reticular é formado por fibras colágenas que estão dispostas em todas as direções, formando um entrelaçamento de fibras. A derme é a formação da união das camadas flor, hialina e corium. Para Gawkrödger (2002), a derme é denominada como uma rígida matriz de tecido conjuntivo de suporte, contendo estruturas especializadas dispostas imediatamente abaixo e intimamente conectadas à epiderme.

A derme possui uma camada denominada de papilar, é mais superficial com fibras colágenas finas do tipo III, com abundante substância fundamental amorfa e uma camada mais delgada bem vascularizada e disposta em torno dos anexos cutâneos, ambas chamadas de derme adventicial. E por fim a camada reticular localizada na parte mais profunda

sendo mais espessa e menos vascularizada possui feixes colágenos do tipo I e III mais espessos (DÂNGELO e FATTINI, 1988; FREEDBERG *et al.*, 2005).

2.2.3 *A hipóderme*

A hipóderme é a região mais profunda da pele, constituída por tecido gorduroso, entre as funções está a termorregulação, funciona como reserva de energia, protege contra traumas mecânicos e separando a pele do periostium (MURPHY, 1997).

Já Ferreira *et al.*, (2007) descreve a camada hipódermica (tecido celular subcutâneo ou panículo adiposo) como sendo constituída por um tecido conjuntivo frouxo que se apresenta em várias partes transformando em tecido adiposo subcutâneo

Segundo Barbosa (2011) a hipóderme ou panículo adiposo constitui de adipócitos separados por delicados septos de colágeno com estruturas nervosas, vasculares e linfáticas. Sua função no metabolismo energético está relacionada à degradação de ácidos graxos e à prevenção da perda de calor (isolamento térmico). Além, de proteger o corpo contra traumas, pela mobilidade que confere à pele.

De acordo com Gonçalves *et al.*, (1983), a tela subcutânea ou hipóderme se interpõe entre a pele e parte mais profunda subjacentes, sendo observado três estratos superpostos: areolar (contém tecido fibroso e adiposo); fascia superficial (tecido conjuntivo denso) e lamelar (“escorregamento do tegumento”).

2.2.4 *Colágeno*

O colágeno além, de ocorrer em animais superiores, é também encontrado em esponjas, sendo uma fibra relativamente resistente a muitas enzimas proteolíticas, incluindo a tripsina e quimotripsina, porém algumas bactérias anaeróbicas excretam enzimas proteolíticas, capazes de atacar o colágeno nativo. Entre as propriedades mais importantes e características do

colágeno, estão sua capacidade de hidratação e intumescimento (HOINACKI, 1989).

O colágeno é o componente mais abundante da matriz extracelular que acaba por promover a resistência tênsil à pele. Segundo os autores, na fase adulta a pele chega a ter um percentual de 90% de colágeno tipo I e 10% colágeno tipo III (BRINK *et al.*, 2005). Estima-se que haja uma redução da síntese e da quantidade total de colágeno em cerca de 1% ao ano a partir da vida adulta por área de superfície da pele (CUTTLE *et al.*, 2004).

Segundo Lehninger *et al.*, (2000), os colágenos são classificados em 19 tipos, produzidos a partir de cerca de 30 cadeias polipeptídicas distintas, e embora muitas destes colágenos estejam presentes em pequenas proporções, podem desempenhar papéis importantes na determinação das propriedades físicas dos tecidos. De acordo com sua estrutura e função, os colágenos de peixes podem ser classificados em: (a) colágenos formadores de fibrilas; (b) colágenos associados a fibrilas; (c) colágenos formadores de rede; e (d) colágenos de ancoragem. Já Guido *et al.*, (2006), relatam que já se conhece 28 tipos de colágenos, sendo os mais comuns os tipos I, II, III e IV.

De acordo com Hoinacki (1989), o colágeno, funciona como ácido, face às bases, e como base, face aos ácidos. É insolúvel em água, mas pode se dissolver em soluções ácidas ou básicas concentradas e possui a propriedade de absorver e reter grandes quantidades de água, devido à presença de certos grupos polares reativos na molécula, os quais possibilitam a interação com moléculas de água. Em sua estrutura possuem vários níveis de organização entre elas uma proteína fibrosa, estrutura primária, secundária, terciária e quaternária

O colágeno da pele tem importante função, pois reage com os agentes curtentes. Com isso a derme é a camada mais importante durante o processo de curtimento. Estas informações sugerem que o couro de peixe tem estrutura compatível com o seu aproveitamento na indústria de curtume (SOUZA, 2003). O tamanho do animal está diretamente relacionado com a espessura da pele, considerando que são proporcionais, bem como com a quantidade de fibras colágenas, que reagirão com os agentes curtentes, dando a característica de resistência ao couro (CRAIG *et al.*, 1987).

O colágeno é diferenciado das demais proteínas da pele por possuir um elevado conteúdo de hidróxiprolina (aminoácido), é insolúvel em água e quimicamente mais reativo que a elastina, porém menos que as proteínas globulares. A diferença é que o colágeno resiste bem à ação de agentes redutores em presença de álcali, pois não contém cistina (ADZET *et al.*, 1986).

De acordo com Azulay, Azulay (1999a), as fibras colágenas perfazem cerca de 70% da derme e são responsáveis pela rigidez e força desta camada. Além disto, a fisiologia e a reparação da pele dependem da síntese e da degradação do colágeno. Já Barbosa (2011) relata que as fibras elásticas conferem elasticidade ao tecido, formando uma rede que se estende desde a junção dermo-epidérmica até a hipoderme.

As fibras de colágeno conferem a estrutura ao tecido e as de elastina, a flexibilidade, estas estão intimamente entrelaçadas na derme, sendo um dos principais tecido de suporte da pele. A elastina, uma proteína fibrilar de alto peso molecular é composta por vários aminoácidos raros, como a desmosina e a isodesmosina, responsáveis por suas características (NASCIMENTO *et al.*, 2007).

As fibras de colágeno são responsáveis pela elasticidade da pele e estão presentes na derme papilar, reticular e nas traves septais da hipoderme, membranas basais e na derme reticular média, mergulhadas em material amorfo da matriz extracelular da derme (VIEIRA, 2006).

A elasticidade dos tecidos é de fundamental importância para o homem em vários órgãos inclusive a pele, que responde consecutivamente a solicitações fisiológicas e patológicas no decorrer de sua vida, devido principalmente a presença de fibras elásticas no tecido (MORAES *et al.*, 2000).

De acordo com Junqueira (2005), a principal proteína das fibras elásticas é a elastina, uma fibra que tem a função de resistir à fervura e aos ácidos, cedendo às mínimas trações, porém retornando a sua forma inicial. São sintetizadas por diferentes células, como fibroblastos, condrócitos e células musculares lisas.

Segundo Sanches e Araya (1990), o colágeno de diferentes espécies diferem na seqüência de aminoácidos, sendo que a maior parte contém ao redor de 35% de glicina, 12% de prolina e 9% de hidroxiprolina. Segundo os mesmo autores, a quantidade de hidroxiprolina no colágeno das peles de peixes, difere entre as espécies interferindo na temperatura de retração e encolhimento da pele.

2.3 *Couro*

Os curtumes recebem a pele *in natura* (em diversos estados de conservação) e a submetem a processos físicos e químicos para processamento, que envolve a limpeza, a secagem, dentre outros. Após esses estágios o couro passa para um processo de acabamento diferenciado de acordo com a especificidade da sua utilização (calçados, roupas, indústrias automobilísticas, móveis, etc.) (SEBRAE, 2005).

Os curtumes são empresas de transformação de peles em couro, termo utilizado para designar as peles após serem tratadas com produtos curtentes, como o cromo ou tanino. O processo seguinte ao curtimento é que dará as características desejadas ao couro, como cor, maciez, espessura, toque e estampa (FREITAS, 2007).

As propriedades fundamentais do colágeno são valorizadas e alteradas durante os processos e elas determinam as características dos couros. O couro deve atender determinados requisitos, de acordo com a sua utilização. O controle de qualidade em curtume é feito avaliando-se as condições de execução dos processos e a qualidade dos couros (GUTTERRES e OSÓRIO, 2005).

Segundo estudos, entre eles de Mansueto (2008), a pele de peixe é subproduto diferenciado e resistente, cujo processo de produção pode se adequar às leis de preservação e sustentabilidade, gerando renda através na transformação da pele em couro. A pele esta ganhando mercado e transformando-se em um material rentável e com grande padrão de qualidade. O couro é aplicado na fabricação de bolsas, calçados e vestuário até a confecção de móveis e acessórios.

Segundo Ribeiro (2004), a empresa Puma, atuante no segmento esportivo, foi pioneira na fabricação de tênis de pele de alosa, uma espécie de peixe que vive no Atlântico Sul. O modelo chama a atenção pela elasticidade e resistência da pele que, mesmo possuindo 0,6mm de espessura, ainda é duas vezes mais forte que o couro bovino.

O tamanho do couro do peixe, sendo limitante na sua utilização, foi superado através de um exclusivo processo de colagem desenvolvido pela indústria Nova Kaeru, especialista no curtimento de peles exóticas, onde pequenos pedaços de couro são “colados” entre si formando mantas de até 100x60cm, ampliando as possibilidades de aplicação. A empresa oferece opções de acabamento nos tipos prensado, chapado e arrepiado, resultando em peças singulares, maleáveis, macias e resistentes que surpreendem o consumidor, proporcionando diversas opções de aplicação e textura (FILGUEIRAS, 2002).

De acordo com Cardoso (2010), os processos industriais que envolvem a transformação da pele de peixe em couro, quando em consonância com os critérios da sustentabilidade, promovem a inovação e incrementam o design de produtos sustentáveis. As técnicas produtivas do couro de peixe têm avançado, fundamentando-se nas exigências estético-culturais e técnico-econômicas, bem como nos valores humanos e ao meio ambiente.

Considerando que a pele tenha 20% da água, combinada com as fibras colágenas de forma similar à água de cristalização, dando, portanto, a sensação de umidade. O restante está em forma livre entre as fibras da pele. Das proteínas que a pele contém aproximadamente 94 - 95% são colágeno, 1% elastina, 1-2% de queratina e o resto são proteínas não fibrosas. Portanto, o principal constituinte da pele fresca, depois da água são as fibras colágenas. Porém, a importância dos outros tecidos também é fundamental para a obtenção de um couro de boa qualidade (ADZET *et al.*, 1986).

Histologicamente a pele apresenta-se de forma e tamanho diferentes entre as diversidades de espécies de animais existentes. O conhecimento sobre a morfologia da pele humana não pode ser aplicado para peixes. Pesquisa baseada na histologia da pele de diferentes espécies de peixes será importante para as indústrias de curtume, pois somente com o conhecimento

das estruturas básicas desse órgão será possível entender melhor as alterações que a pele passa durante o processo de transformação em couro.

2.4 *Microscopia eletrônica de varredura*

O MEV é um instrumento utilizado para a observação e análise das características microestruturais de materiais sólidos. O primeiro trabalho reconhecido descrevendo o conceito de um MEV é o de Knoll (1935). Mais adiante, Von Ardenne em 1938 construiu um microscópio eletrônico de varredura e transmissão (STEM) adaptando bobinas de varredura a um microscópio eletrônico de transmissão (VON ARDENNE, 1938). O primeiro MEV usado para observar amostras espessas foi descrito por Zworykin e colaboradores em 1942 (ZWORYKIN *et al.*, 1942). Os autores descreveram que a emissão de elétrons secundários poderia ser responsável pelo contraste topográfico da imagem gerada.

A resolução do microscópio eletrônico de varredura (Scanning Electron Microscope) é de 10 nanômetros, constituindo-se em uma ferramenta bastante importante em atividades de pesquisa, sendo o mais versátil instrumento para avaliação, exame e análise das características microestruturais de amostras biológicas e não-biológicas (CASTRO, 2002).

O microscópio eletrônico de varredura tem como função revelar as imagens topográficas da superfície com grande riqueza de detalhes (TABOGA, 2001). Segundo Melo (2002) este aparelho forma uma imagem tridimensional da superfície de amostras não seccionadas e a imagem é visualizada em um monitor acoplado ao microscópio, nesse caso, os elétrons “varrem” apenas a superfície externa do material biológico.

A imagem é obtida pela varredura do feixe eletrônico incidente sobre a superfície da amostra como em uma trilha de televisão (linha por linha). As imagens têm alta profundidade de foco, o que significa obter diferentes relevos da superfície da amostra simultaneamente em foco. O MEV produz imagens de alta resolução, o que garante obter alta ampliação de detalhes (até 300.000 vezes) sem perda de nitidez (AMELINCKX, S. *et al.*, 1997).

Taboga (2001) relata que o MEV pode fornecer imagens tridimensionais de diferentes objetos relativamente grandes, ente eles vermes e insetos, tanto de células livres, como tecidos animais e vegetais, embriões, fragmentos geológicos em análises de granulométrica e textura de solos.

Porém em alguns materiais o pré-tratamento das amostras é essencial para se conseguir uma boa observação da superfície podendo causar algumas alterações físicas principalmente materiais biológicos. Na observação de bactérias e outros organismos vivos, o vácuo obtido da coluna de elétrons pode provocar alterações morfológicas (ENGLERT *et al.*, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Laboratório de Tecnologia do Pescado na UFAM. As análises histológicas no Laboratório de Histologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da UFAM e no Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia (INPA) no laboratório Temático de Microscopia Óptica e Eletrônica – LTMOE/CPAAF.

3.2 Coleta das amostras

Foram coletados 14 exemplares de pirarara no Município do Careiro da Várzea – AM, no período da seca e cheia. Em seguida os exemplares foram armazenados e encaminhados ao laboratório para a retirada das amostras de peles que foram conservadas em freezer até o momento das análises histológicas.

3.3 Procedimentos

3.3.1 Análises morfológicas das peles e do couro para a Microscopia de Luz

Para as análises histológicas foram coletadas amostras de peles das regiões dorsais média, linha lateral e ventral do peixe (FIGURA 3). Os cortes histológicos foram analisados pela microscopia de luz e fotografados em foto microscópio Olympus Cx40 acoplado a Câmera TA-0124-XS OPTON.



Figura 3. Amostras das peles para análises histológicas. Fonte: Rocha, 2010

3.3.1.1 Processo de fixação

O objetivo da fixação é preservar as estruturas do tecido para os tratamentos posteriores, evitando assim a autólise celular, impedindo a proliferação de microorganismos, levando ao endurecimento do tecido para que resistir aos tratamentos posteriores. O fixador deve causar o mínimo de dano ao tecido e produzir o mínimo de artefatos. A escolha adequada da solução fixadora irá variar de acordo com o material que irá ser usado para a inclusão. Neste trabalho foram testados os fixadores (formol e bouin) e o melhor resultado foi com o formol, para o tipo de amostra utilizada. Após a coleta as amostras foram fixadas em solução de formol 10% por 24 horas, conforme descrição abaixo, figura 4.

Formol (40% P.A).....100 mL
 Água destilada.....900 mL
 Características:

- Solução hipotônica (células intumescidas);
- Pode levar à deposição de pigmento formólico;
- Fixa bem as proteínas.

Tempo de fixação: 24 horas.

Lavagem: água corrente por alguns minutos.

Figura 4. Amostras das peles fixadas em formol
 Fonte: Rocha, 2010



3.3.1.2 *Processo para Desidratação*

Essa técnica teve como objetivo a retirada de água da amostra. Após a completa fixação as amostras foram transferidas para concentrações crescentes de alcoóis graduados em tempos adequados ao fixador e ao material (FIGURA 5).

- 1º Banho de álcool 70% uma hora;
- 2º Banho de álcool 80% uma hora;
- 3º Banho de álcool 90% uma hora;
- 4º Banho de álcool 100% (PA) uma hora;
- 5º Banho de álcool 100% (PA) uma hora;
- 6º Xilol (Xileno) PA Banho I uma hora;
- 7º Xilol (Xileno) PA Banho II uma hora, antes do banho em parafina colocar na estufa por 15' para evaporação do xilol;
- 8º Parafina Banho I (62°C) uma hora;
- 9º Parafina Banho II (62°C) uma hora.

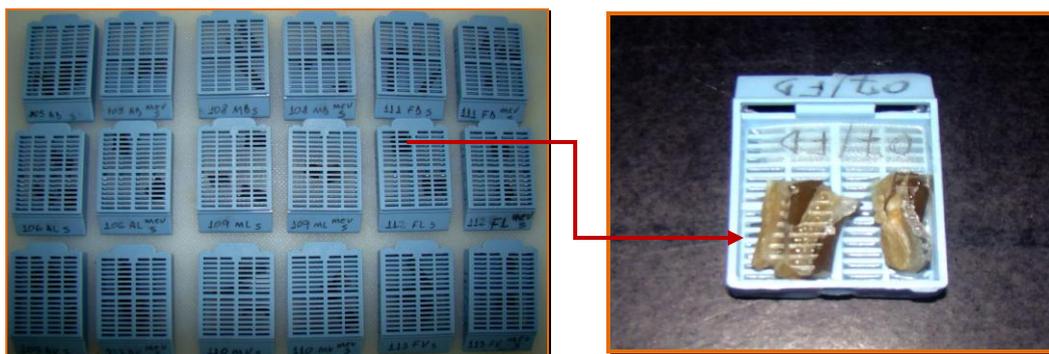


Figura 5. Amostras das peles após a desidratação
Fonte: Rocha, 2010

3.3.1.3 *Preparação da parafina*

Foi utilizada cera de abelha, que foi derretida na estufa, colocada para ferver, e mantida aquecida para posterior utilização.

3.3.1.4 *Inclusão do material em parafina*

A inclusão foi comumente feita em parafina a partir da cera de abelha (FIGURA 6). As amostras foram incluídas no centro do molde até completa solidificação, resfriadas e levadas a geladeira onde permaneceram no mínimo por 40 minutos. A peça foi moldada de acordo com o tamanho do micrótomo.

Deve-se levar em consideração que a parafina usada nos banhos foi filtrada antes de ser reutilizada.

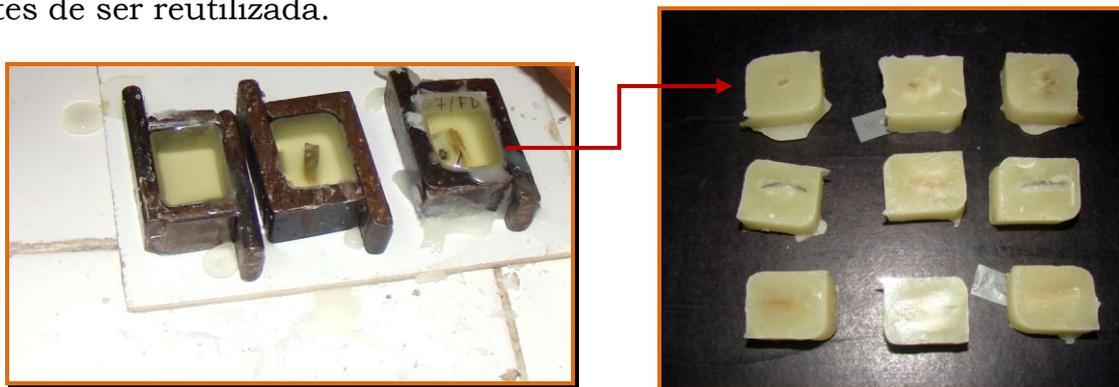


Figura 6. Amostras das peles inclusas em parafina
Fonte: Rocha, 2010

3.3.1.5 *Microtomia*

A microtomia foi necessária para a obtenção de cortes o mais delgado possível, que possibilitou a observação ao microscópio de luz. Os blocos foram mantidos a uma temperatura de -5°C para um melhor corte do material, figura 7a. Foi utilizado o micrótomo com corte de 5 micrometros de espessura, figura 7b. Com a pinça colocou-se fragmentos da fita de cortes em banho-maria com água destilada a 45° a 50°C (FIGURA 7c). Depois de “pescar” as amostras nas lâminas (FIGURA 7d), foram colocados na estufa a 50 a 60° para secar por 24 horas. Posteriormente as lâminas foram coradas com diferentes técnicas.

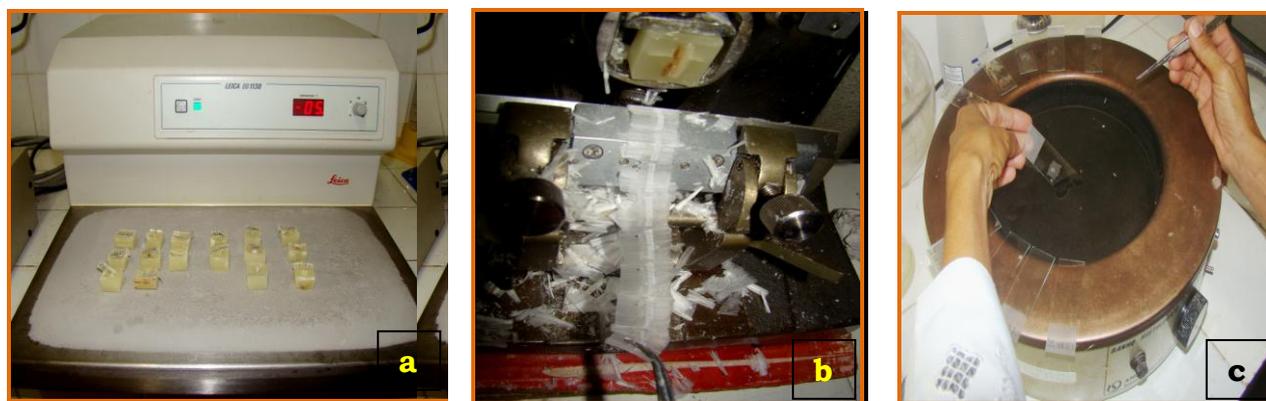


Figura 7. Etapas de microtomia: Bloco mantido a -5°C (a) Corte dos blocos com amostras (b) Distensão da fita em banho-maria (c) Fonte: Rocha, 2010

3.3.2 Técnicas de coloração das lâminas histológicas

As colorações foram realizadas para a visualização das estruturas do tecido. Normalmente são utilizados corantes hidrossolúveis, sendo necessária, deste modo, a remoção da parafina da peça que foi preparada nas etapas descritas anteriormente e que permanece na lâmina.

3.3.2.1 Técnica Hematoxilina Eosina (HE)

Foram preparadas as soluções de hematoxilina e eosina. Em seguida as lâminas anteriormente colocadas na estufa foram coradas com a hematoxilina e eosina (HE), seguindo os tempos necessários descrito abaixo, conforme figura 8.

1° Xilol I	5'
2° Xilol II	5'
3° Álcool absoluto I	Mergulhar
4° Álcool absoluto II	Mergulhar
5° Álcool 96%	Mergulhar
6° Álcool 70%	Mergulhar
7° Hematoxilina	10'
8° Água	5'
9° Eosina	Mergulhar
10° Água	5'
11° Álcool 80%	Mergulhar
12° Álcool absoluto I	Mergulhar
13° Álcool absoluto II	Mergulhar



Figura 8. Bateria para coloração

3.3.2.2 *Coloração de Tricrômico de Masson*

Foi utilizada a coloração Tricrômico de Masson para que se pudesse observar o núcleo das células em preto, o citoplasma, a queratina e as fibras intercelulares em vermelho e o colágeno e muco em azul ou verde.

Procedimento:

- 1° Desparafinar e hidratar;
- 2° Lavar em água corrente por 5 minutos;
- 3° Mordentar em solução de Bouin por 1 hora na estufa a 60 graus ou preferencialmente deixar por uma noite em temperatura ambiente;
- 4° Lavar em água corrente até desaparecer o amarelo deixado pela solução de Bouin;
- 5° Passar em água destilada;
- 6° Corar pela solução de Hematoxilina Férrica de Weigert (A e B) por 10 minutos;
- 7° Lavar em água corrente por 10 minutos;
- 8° Passar em água destilada;
- 9° Corar pela solução de Escarlate de Biebrich por 5 minutos;
- 10° Passe por água destilada;
- 11° Diferenciar pela solução de Ácido Fosfotúngstico-Fosfomolibdico durante 15 minutos;
- 12° Passar por água destilada;
- 13° Corar pela solução de Azul de Anilina durante 5 minutos;
- 14° Lavar em água destilada;
- 15° Passar pela solução de Ácido Acético Glacial 1% por 5 minutos;
- 16° Passar por água destilada;
- 17° Desidratar, diafanizar e montar em resina.

3.3.2.3 *Coloração ácido Periódico-Schiff (P.A.S)*

Foi utilizado esta coloração P.A.S evidenciando as moléculas ricas em glicogênio e carboidrato de magenta presente nas peles de pirarara. Sendo usado o reagente de Schiff, que é o corante fucsina básica. A cor produzida varia entre a púrpura e o magenta, nos sítios onde se localizam carboidratos oxidáveis.

Procedimento:

- 1º Desparafinar onde foi colocado na estufa;
- 2º Hidratar os cortes;
- 3º Lavar por 3 minutos em água destilada;
- 4º Óxidar em ácido Periodico a 1% por 20 minutos;
- 5º Lavar em água destilada;
- 6º Reativo de schiff por 5 minutos na estufa;
- 7º Lavar em água destilada aquecida por alguns segundos, até a cor rósea aparecer;
- 8º Lavar em água corrente;
- 9º Colocar na Hematoxilina por 5 minutos;
- 10º Lavar em água corrente para retirar o excesso de Hematolina;
- 11º Colocar na estufa para secar e desidratar;

3.3.2.4 Coloração Orceína

Tem o objetivo de observar as fibras elásticas – castanho escuro e o núcleo em azul. E as fibras de colágenas e restantes estruturas ficam incolores.

Reagentes:

Solução alcoólica acidificada (solução álcool-ácido)

- Álcool a 70% - 99 ml
- Ácido clorídrico conc. - 1 ml

Solução de Orceína

- Orceína sintética - 1g
- Álcool a 70% - 100 ml
- Ácido clorídrico concentrado - 2 ml

Procedimento:

- 1º Desparafinar e hidratar os cortes até ao álcool a 70%;
- 2º Colocar os cortes numa solução de orceína, durante 45-60 minutos;
- 3º Lavar em água corrente para a remoção do corante em excesso;
- 4º Diferenciar os cortes na solução de álcool-ácido a 1%. Lavar os cortes em água corrente, para retirar o excesso de diferenciador e observar a coloração das fibras elásticas ao microscópio óptico. As fibras deverão apresentar uma cor acastanhada e os restantes elementos do tecido deverão ser incolores (fundo limpo);
- 5º Colocar os cortes na solução contrastante de azul de metileno, durante 20 segundos;
- 6º Desidratar os cortes, diafanizar em xilol e montar os cortes em meio sintético (entellan).

4.3.3 Montagem final da lâmina

Após cada processo de coloração as lâminas foram colocadas na estufa por 5 minutos para evaporar qualquer excesso de substância. Após este tempo as lâminas foram mergulhadas em xilol. Por fim, a lamínula foi fixada sobre a lâmina com um produto denominado Bálsamo de Canadá, que além de fixar as duas, cria sobre o material histológico uma proteção (como se fosse uma camada de esmalte). Durante essa etapa devem-se evitar as bolhas de ar que se formam durante a colocação da lamínula. Finalmente a lâmina foi colocada para secar e catalogada estando pronta para a visualização ao microscópio.

4.3.4 Análises morfológicas das peles e do couro para Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram coletados as amostras de pele *in natura* de cada região do corpo da pirarara (dorsal média, linha lateral e ventral), sendo 3 amostras de cada região. E ao final de 5 etapas durante o processo de curtimento.

Estas foram desidratadas:

1º	Água Destilada	5'
2º	Água destilada	5'
3º	Água destilada	5'
4º	Álcool 50%	5'
5º	Álcool 70%	5'
6º	Álcool 90%	10'
7º	Álcool 95%	10'
8º	Álcool absoluto I	10'
9º	Álcool absoluto II	10'

Em seguida as amostras foram levados ao estado seco em ponto crítico com CO₂, aparelho BAL-TEC CPD 030, figura 9a. O material foi metalizado com íons de ouro-paládio, em aparelho BAL-TEC SCD 050, (FIGURA 9b) depositado na sua superfície e elétrôn-micrografados com o LEO 435 VP –CO – Operation ZEISS – Leica. A Microscopia Eletrônica de Varredura foi

utilizada para observar a superfície das amostras proporcionando uma imagem tridimensional.

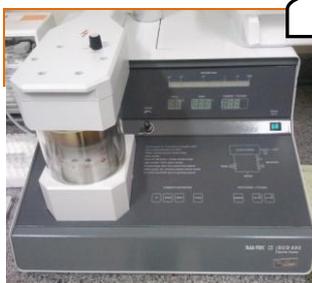


Figura 9b. Metalizador

Figura 9^a. Ponto Critico

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 *Histologia da pele in natura*

A anatomia da pele apresenta-se sob a forma da epiderme, derme e hipoderme. Esse tegumento é caracterizado principalmente por tecidos conectivos de fibras colágenas e elásticas, componentes estes considerados os mais importantes no processamento de transformação das peles em couro.

O estudo histológico da pele da pirarara (*Phractocephalus hemioliopus*) é semelhante à de outras pesquisas com peles de peixes e foram observadas características comuns, com a camada epidérmica e logo abaixo a camada dérmica superficial e profunda e apresentando ainda a hipodérmica, a camada mais profunda.

Na pele *in natura* observa-se uma epiderme delgada e logo abaixo uma derme superficial com cromatóforos contendo grânulos de melanina (marrons) em abundância e bem evidentes. Na epiderme, além de queratinócitos é possível observar células mucosas (FIGURA 10). Observou que a coloração na pele de pirarara está distribuída principalmente na região dorsal da pele.

De acordo com ZAGOLIN *et al.*, (2009), a coloração dos peixes é constituída por uma interação de cromatóforos que estão localizados na derme, suas células são classificadas conforme o seu pigmento e sua distribuição é por todo corpo do peixe, podendo ser localizados na superfície da pele, sobre a pele ou em camadas mais profundas.

Segundo Prado (2011) em peles de surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*) a epiderme é constituída por células epiteliais aplainadas (queratinócitos) dispostas em subcamadas, além de apresentar células produtoras de muco, de pigmentos (cromatóforos) e células claviformes.

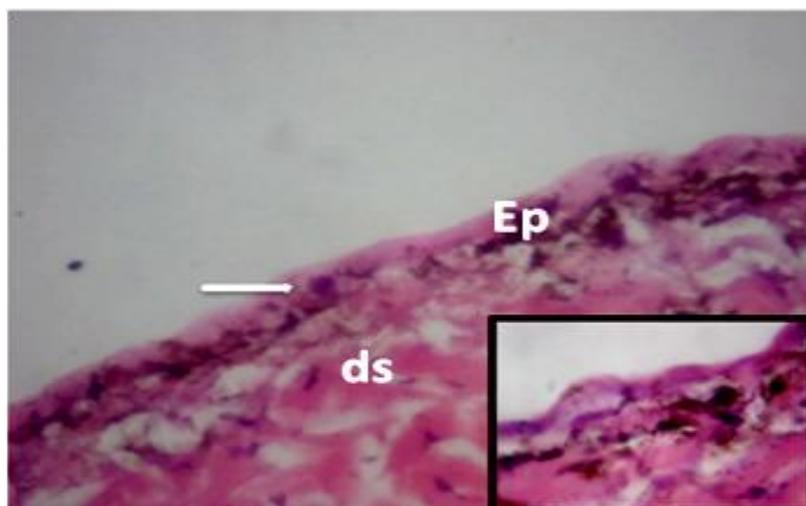


Figura 10. Micrografia da pele *in natura* do dorso da pirarara. Epiderme (Ep) e derme superficial (ds). Células mucosas (seta) HE 160x e detalhe 400x.

Foram observados os principais componentes da pele *in natura* das amostras capturadas na época da seca, por meio da análise histológica da pele da região média dorsal em relação ao comprimento do corpo do peixe, esta é formada por uma derme composta por um arranjo de fibras colágenas do tipo I dispostos no sentido longitudinal, transversal e vertical, distribuídas pela derme superficial e profunda (FIGURA 11).

De um modo geral a região ventral final (FIGURA 12) em relação ao comprimento da pele (época cheia) apresenta a mesma constituição histológica da derme anterior. Assim como a região dorsal, figura 11, e estes resultados entre as diferentes regiões do corpo e as épocas de captura (seca e cheia) não mostraram diferenças histológica significativa. Observa-se que em ambas as imagens as fibras são soltas e íntegras.

O mesmo pode ser observado em surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), espécie que tem as características próximas a da pele da espécie em estudo, a derme compacta é constituída por fibras colágenas espessas, onduladas e

paralelas, organizadas de forma longitudinais, verticais e transversais proporcionando resistência ao tecido (BISPO *et al.*, 2007).

De acordo com Souza (2003), a histologia da tilápia do Nilo é composta de epiderme e derme, esta encontra-se apoiada na hipoderme que é composto de células adiposas e tecido conjuntivo frouxo.

Em outro trabalho realizado com peixe de escama, a derme de tucunaré (*Cichla Ocellaris*) é formada por feixes de fibras colágenas espessas paralelas a epiderme, com fibroblastos distribuídos entre as fibras colágenas. A região dorsal apresenta feixes de fibras colágenas onduladas, paralelas entre si. Na mesma camada dérmica observou-se um arranjo diferente constituído por fibras colágenas transversais à epiderme (MATIAS *et al.*, 2001).

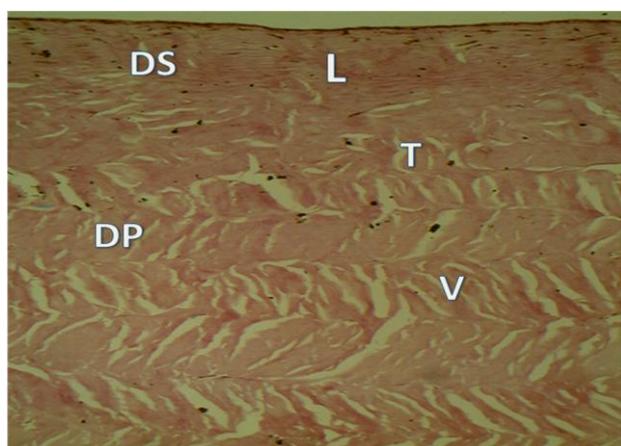


Figura 11. Imagem da derme compacta da região média dorsal, antes do curtimento no período da Seca mostrando fibras colágenas do tipo I da derme: longitudinal (L), vertical (V) e transversal (T). Derme superficial (DS) e derme profunda (DP). Em PAS/100x.

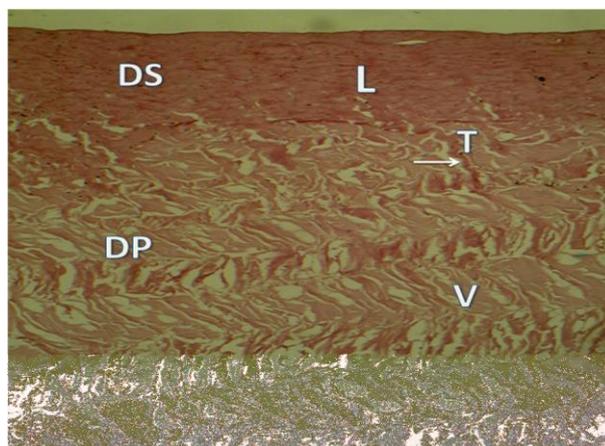


Figura 12. Imagem da derme compacta da região ventral final, antes do curtimento no período da Cheia mostrando fibras colágenas tipo I da derme: longitudinal (L), vertical (V) e transversal (T). Derme superficial (DS) e derme profunda (DP). Em PAS/100x

De acordo com Matias *et al.*, (2001), a região ventral da pele de tucunaré apresentou uma epiderme espessa sendo composta por várias camadas de células epiteliais. A camada germinativa está apoiada à membrana basal, com células epiteliais cúbicas, núcleo alongado e cromatina frouxa.

Segundo Matias *et al.*, (2001) na pele de tucunaré a epiderme da região dorsal mostrou-se fina em relação à espessura e uma camada germinativa composta por células cilíndricas com cromatina bem condensada apoiada na membrana basal e logo abaixo nota-se células pigmentadas, os melanócitos, ou melanóforos como denominado neste trabalho.

Para Farias (1989), a epiderme da pele de peixe é constituída de epitélio estratificado não queratinizado, o estrato basal, apoiando sobre a membrana basal é formado por células cilíndricas ou cúbicas. Já a derme apresenta tecido conjuntivo superficialmente mais frouxo e profundamente mais denso, contendo vasos, nervos e glândulas mucosas.

Matias *et al.*, (2001) ao analisarem a estrutura tegumentar do tucunaré observaram a epiderme composta de tecido epitelial estratificado pavimentoso e a derme por tecido conjuntivo denso modelado e a hipoderme com grandes células adiposas, nesta última camada encontramos o mesmo tecido adiposo na pele de pirarara.

Em observação panorâmica da derme da pele *in natura* de pirarara na época da seca evidenciaram-se poros na região final da linha lateral, localizados na derme superficial. As fibras colágenas do tipo I na direção longitudinal, vertical e transversal estão bem evidentes (FIGURA 13).

De acordo com Souza *et al.*, (1997), estudos realizados com a pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mostraram a derme profunda, apresentando fibras colágenas transversais, finas e separadas e espessas e juntas, semelhantes às fibras colágenas da pirarara. No entanto ressalta-se que são espécies onde a primeira apresenta escama e a segunda constituída de pele lisa.

A resistência da pele varia de acordo com a distribuição e disposição das fibras colágenas da derme, além da técnica de curtimento empregada, a espécie de peixe, bem como a espessura dessa pele (BISPO *et al.*, (2007)

Na figura 14 pode-se observar na região média dorsal da pele de pirarara *in natura* as fibras colágenas soltas e íntegras localizada na derme, logo em seguida a hipoderme contendo tecido adiposo unilocular ou gordura amarela entremeada por feixes de células conjuntivas.

Estudo realizado por Souza (2004) mostrou que a derme é constituída 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. Este padrão será novamente abordado ao final desta seção, pois em muitos momentos é possível notar que este entrelaçamento permite criar uma trama um pouco

mais complexa do que apenas feixes de fibras dispostos de forma longitudinal e ou perpendicular.

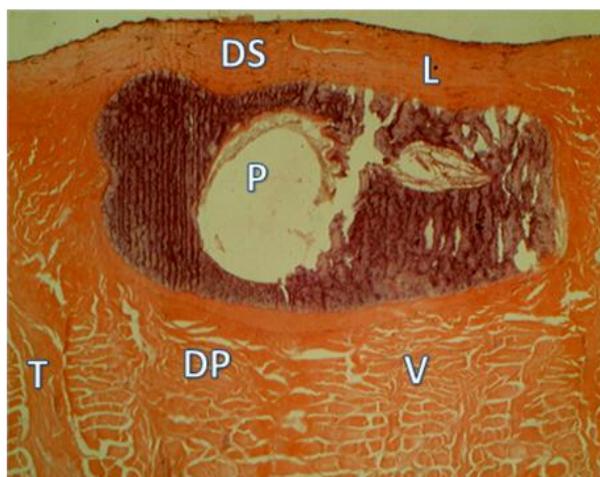


Figura 13. Imagem da derme compacta da porção final da linha lateral, antes do curtimento, época da seca, mostrando fibras colágenas tipo I da derme: longitudinal (L), vertical (V) e transversal, bem evidentes em direção a hipoderme (T). Área do poro da linha lateral (P). Derme superficial (DS) e derme profunda (DP). Em HE/100x. Fonte: rocha, 2013.

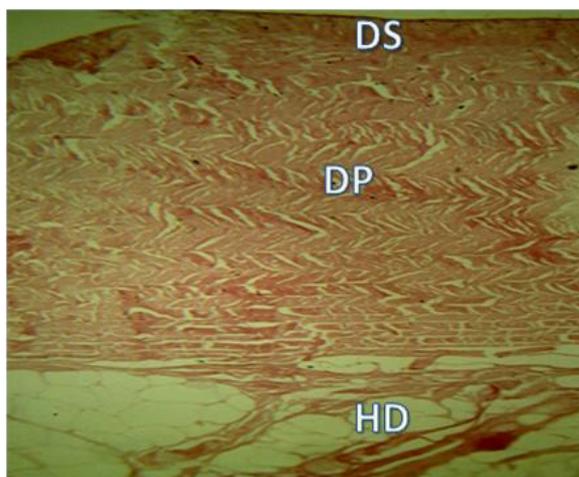


Figura14. Imagem da derme e hipoderme (HD) da porção média dorsal, antes do curtimento mostrando fibras de colágeno tipo I da derme. Observe que as fibras são soltas e íntegras. Derme superficial (DS) e derme profunda (DP). Hipoderme com tecido adiposo unilocular ou gordura amarela entremeadada por feixes conjuntivos. Em PAS/40x. Fonte: Rocha, 2013

Nos peixes a derme é formada de tecido conjuntivo rico em fibras colágenas, já na espécie Striped bass jovem é constituída de estrato compacto denso, contendo fibras colágenas e elásticas e poucas células conjuntivas (GROMAN, 1982). Matias *et al.*, (2001) também observaram que a camada dérmica mostra-se espessa e constituída um padrão por feixes de fibras colágenas sobrepostas e paralelas à superfície da pele.

Avaliando a figura 15 representada pela região anterior da linha lateral, foi detectada na derme superficial uma grande quantidade de células melanócitas presentes em quase toda a pele da pirarara principalmente na região dorsal. A vista lateral da pele se apresenta com o poro da linha lateral e caracterizando na derme muitos feixes transversais de fibras colágenas. Pode-se ainda observar de forma ampliada o poro da linha lateral.

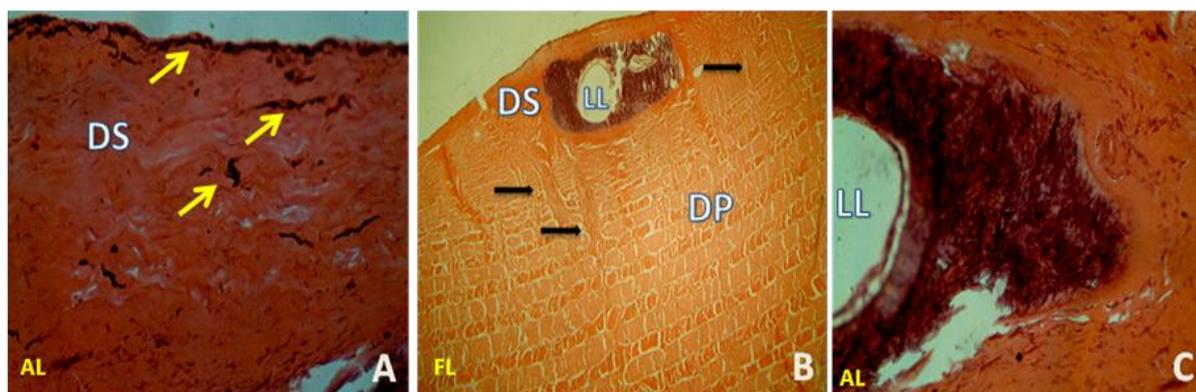
As peles de pirarara apresentam uma coloração característica típica da espécie, a parte superior é escura e a parte inferior da pele é branca. De acordo com Farias (1989), o colorido cutâneo das peles dos peixes é por causa da presença de células chamadas cromatóforos, presentes na epiderme ou na

derme. Existem alguns tipos de cromatóforos entre eles o melanóforos (negros, cinzentos ou pardos) o que caracteriza as peles da pirarara.

Trabalhos de Matias *et al.*, (2001) relatam que a região da linha lateral da pele do tucunaré apresentou um aumento de camadas celulares em relação à região dorsal. A camada de melanócitos foi menor quantidade na região dorsal quando comparado com a região da linha lateral, inverso aos encontrado neste trabalho com pirarara.

Em estudos realizados por Prado (2011) com pele de surubim foi observado na região da linha lateral o orifício da linha lateral, com células epiteliais na parte interna, a presença do orifício na região caudal no sentido transversal apresentou feixes de fibras colágenas sobrepostas.

Em trabalho com pele de pacu realizado por Souza *et al.*, (2003a), verificaram que na linha lateral da região dorsal da pele, os feixes de fibras se apresentam em camadas sobrepostas.



Região Anterior (AL) e Final (FL) da linha lateral

Figura 15. Análises histológica descritiva. Em **A** uma derme superficial. Na superficial a presença de cromatóforos (seta). He 100x. Em **B** a vista lateral da pele com a presença do poro da linha lateral (LL). Derme superficial (DS) e derme profunda (DP) com feixes transversais (seta) de fibras colágenas. HE 40x. Em **C** detalhe ampliado da linha lateral com o poro. HE 400x. Fonte: Rocha, 2013.

A figura 16, deste trabalho confirma que a derme compacta da pele de pirarara apresenta um padrão de feixes de fibras e fibrilas de colágeno em disposição longitudinal e transversal.

Os resultados estão também semelhantes aos de Junqueira (1983b), o surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) e a pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*), apresentam uma camada superficial rica em fibras paralelas, que encurvam e convergem para a coluna vertical de colágeno.

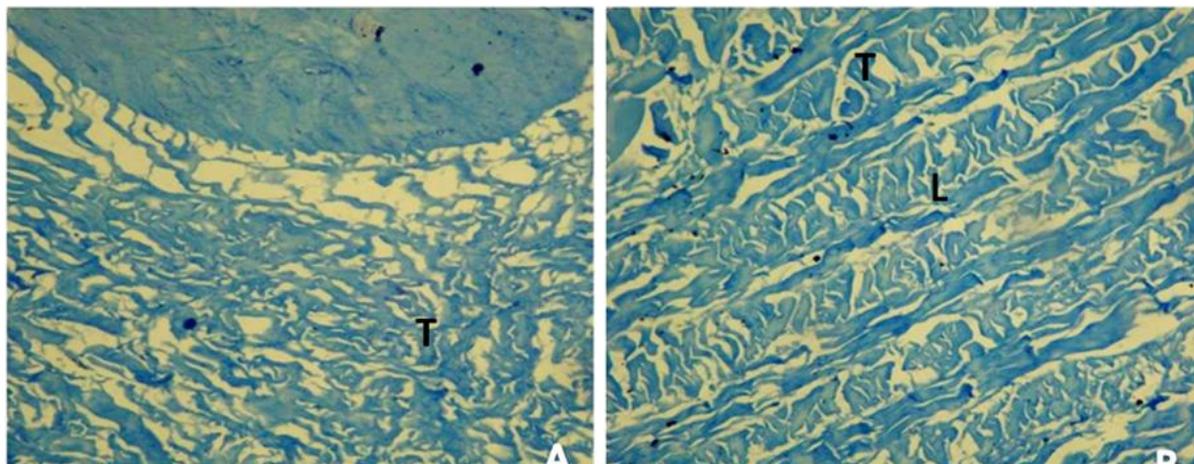


Figura 16. Análise histológica da derme compacta da pele de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*). Demonstrando áreas da derme antes do curtimento. Fibras de colágeno em disposição longitudinal (L) e transversal (T). Tricrômico de Masson. Em A 28x; Em B 40x. Fonte: Rocha, 2013

4.2 *Histologia da pele durante etapas do curtimento*

Neste trabalho foram analisadas a pele de pirarara durante 4 etapas do processo de curtimento. Através da análise morfológica a pele mostrou-se constituída principalmente pela derme dividida em duas camadas, as zonas papilar e reticular, esta se encontra mais profundamente e é a mais espessa.

A derme da pele de pirarara apresenta-se caracterizada pelas camadas superficial (papilar) e profunda (reticular). Conforme observa-se em micrografia de luz e micrografia eletrônica de varredura, ficam nítidas em ambas as imagens a presença das fibras e fibrilas distribuídas por toda a derme. Os resultados obtidos evidenciam claramente as fibras transversais podem ser finas (derme superficial) e espessas (derme profunda) (FIGURA 17).

Estes resultados estão semelhantes ao encontrado por Souza (2003), que durante os estudos com pele de tilápia do Nilo, onde na camada dérmica

superficial as fibras colágenas são finas e espaçadas entre si. A derme profunda apresenta fibras mais espessas.

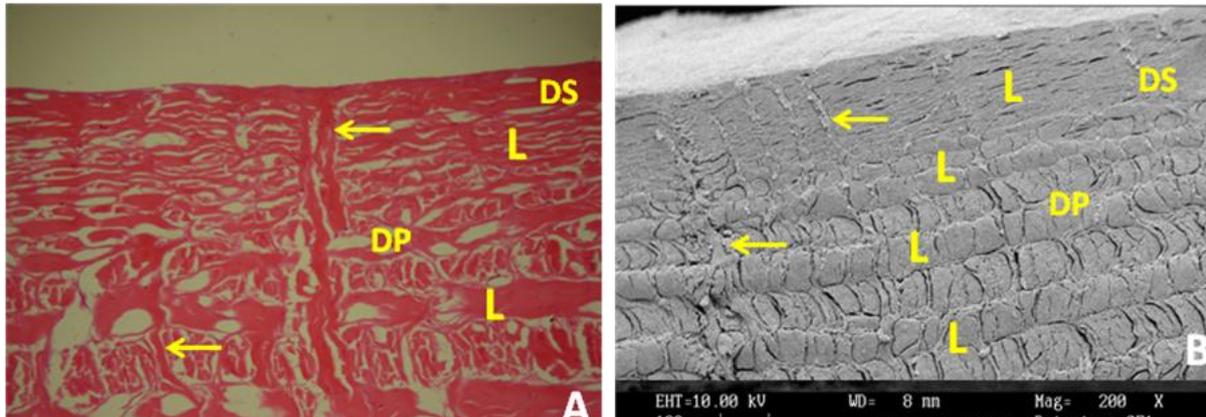


Figura 17. Pele de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) em corte longitudinal. **(A)** Micrografia de luz. Corada em HE (40x). **(B)** Micrografia eletrônica de varredura. As fibrilas e fibras colágenas da derme superficial (DS) e derme profunda (DP) se apresentam em disposição transversal (seta) e longitudinal (L). Fonte: Rocha, 2013.

Na figura 18 estão amostras das etapas de curtimento até a obtenção do couro curtido. Observa-se histologicamente o comportamento geral das fibras e fibrilas. No remolho é possível observar as fibrilas e fibras colágenas intumescidas, já que nesta etapa a pele recebe de volta a água perdida na conservação. No piquel as fibras comportam-se de forma mais isolada, e nesta fase são acidificadas. No curtimento, no qual foi usado tanino (mimosa) as fibras estão espaçadas, e ao mesmo tempo há feixes mais espessos formando um traçado firme. No recurtimento/engraxa as fibras ficam mais soltas como se estivessem deslizando uma pelas outras, em função do óleo que tem esta função, além de impedir que as fibras se aglutinem durante a secagem. Entre às funções do recurtimento estar a de melhorar a aderência da flor nas partes de estrutura mais frouxa.

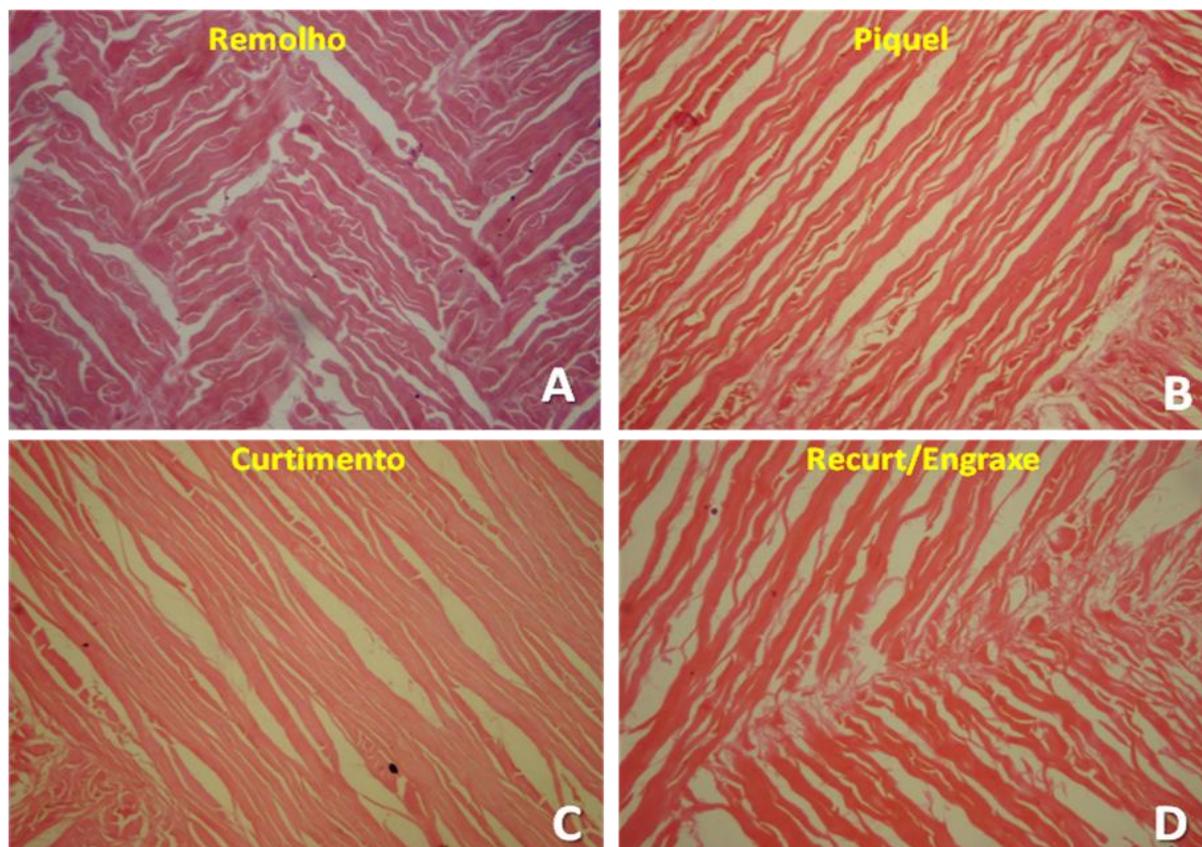


Figura 18. Fotomicrografia da derme de Pirarara, em diferentes etapas do curtimento: A: Remolho; B: Piquel, C: Curtimento e D: Recurtimento/Engraxe. Em A, fibrilas e fibras colágenas intumescidas; em B: fibras isoladas e espaçadas; C e D: fibras mais soltas. (HE, Aumento 40x). Fonte: Rocha, 2013.

Gutterres, (2005) relata que as fibras elementares são formadas de feixes de fibrilas, que se mantêm juntas e se delimitam umas das outras. Na estrutura dérmica fina são primeiramente visíveis os feixes de fibras, que na realidade são constituídos por pequenos elementos estruturais, as fibras elementares. Os feixes de fibras entrelaçam-se formando a rede de fibras.

Na figura 19, corresponde à região final dorsal durante a etapa de recurtimento/engraxe, apresentando grande quantidade de melanóforos distribuído por toda extensão da derme superficial. Estas células tegumentares especializadas em sintetizar e armazenar pigmentos é uma característica marcante da pele de pirarara. Na figura 16, foram observados os melanóforos na pele *in natura* e mesmo a pele passando por vários processos físicos e químicos, o couro no final permanece com a pigmentação o que determina a intensidade da cor escura ao longo da região dorsal do

corpo. Os melanóforos, de cor preta ou marrom, possuem omocromos ou melanina em grânulos.

A melanina é um pigmento de cor marrom-escuro, produzido pelos melanócitos, que se encontram na junção da derme com a epiderme ou entre os queratinócitos da camada basal da epiderme, sendo os melanócitos células que transferem os grânulos de melanina para as camadas basal e espinhosa (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008).

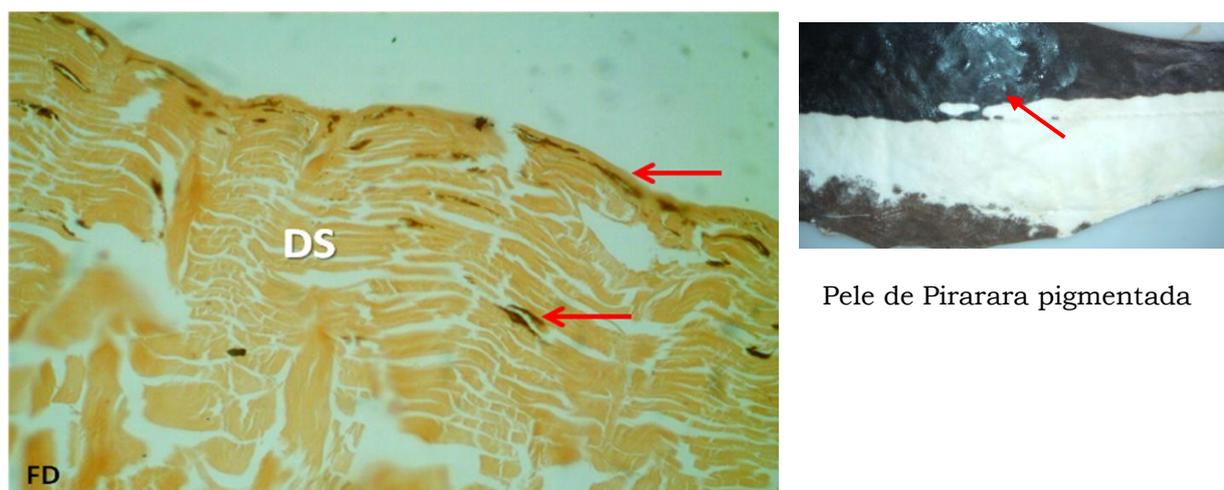


Figura 19. Micrografia da pele de pirarara em corte longitudinal. Região final dorsal da pele com grande quantidade de melanóforos (seta) por toda a extensão da derme superficial (DS). Orceína, 400x. Fonte: Rocha, 2013.

Por fim, com relação a histologia de luz em pele de pirarara é importante trazer em discussão, dois artigos sobre morfologia funcional em elasmobrânquios. Motta (1977) descrevendo a pele de alguns elasmobrânquios ressaltou a presença e disposição das fibras de colágeno. Entretanto após estes trabalhos não mais foi observado ou relatado cientificamente qual seria o entrelaçamento destas fibras. Motta (1977) e Naresh *et al.*, (1997) observaram que existe uma angulação na disposição das fibras de colágeno. O ângulo que as fibras de colágeno se encontram para fazer o eixo longitudinal e transversal podem variar no tubarão de 90° na região occipital para quase 0° na caudal. Estando a maioria das fibras em ângulos entre 50° e 70°.

Mesmo na microscopia eletrônica a ser descrita neste trabalho, tal angulação não pode ser observada, mas seria interessante em trabalhos

futuros que os demais pesquisadores atentassem para uma metodologia que conseguisse relatar tal característica.

4.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das peles in natura

Ao todo foram analisadas inúmeras amostras no microscópio eletrônico de varredura, originando muitas imagens da pele *in natura* e durante o processo de curtimento. A apresentação de todas estas imagens captadas seria excessiva, porém foram apresentadas apenas algumas imagens para fins de comparação entre algumas das épocas sazonais e das etapas do processo de curtimento.

Na figura 20, são observadas imagens obtidas para peles *in natura* da época da cheia e da seca apresentando resultados semelhantes, é possível detectar na região da linha lateral média, a área superficial (representando a epiderme), na derme é possível notar a presença das fibras compactas. Na hipoderme situada na região mais profunda da pele esta formada por células gordurosas, figura 20A. A região da linha lateral média na época da seca, também nota-se fibras compactas e uma abertura (poro) localizada na linha lateral, figura 20B. Na região anterior dorsal, época da seca e região final dorsal da época da cheia há presença de fibras compactas, figuras 20C e 20D. Não apresentando evidências de diferença entre as épocas.

Segundo Gutterres (2003), quando as peles não são curtidas as fibras não estão individualizadas, se confundem, há colagem das mesmas devido à união entre os grupos polares da estrutura durante a secagem.

Em pesquisas com couro bovino Silva (2007), relata que o entrelaçamento das fibras, muda conforme a região do couro: grupão, flanco ou ancas, cabeça e ombros. A pele apresenta textura e espessura diversificada em cada uma dessas regiões. Possivelmente uma alteração na angulação destas fibras como proposto por Motta (1977) também seja a melhor definição para o que é observado na pele de pirarara para como alteração dos padrões de disposição das fibras ao longo do corpo do animal

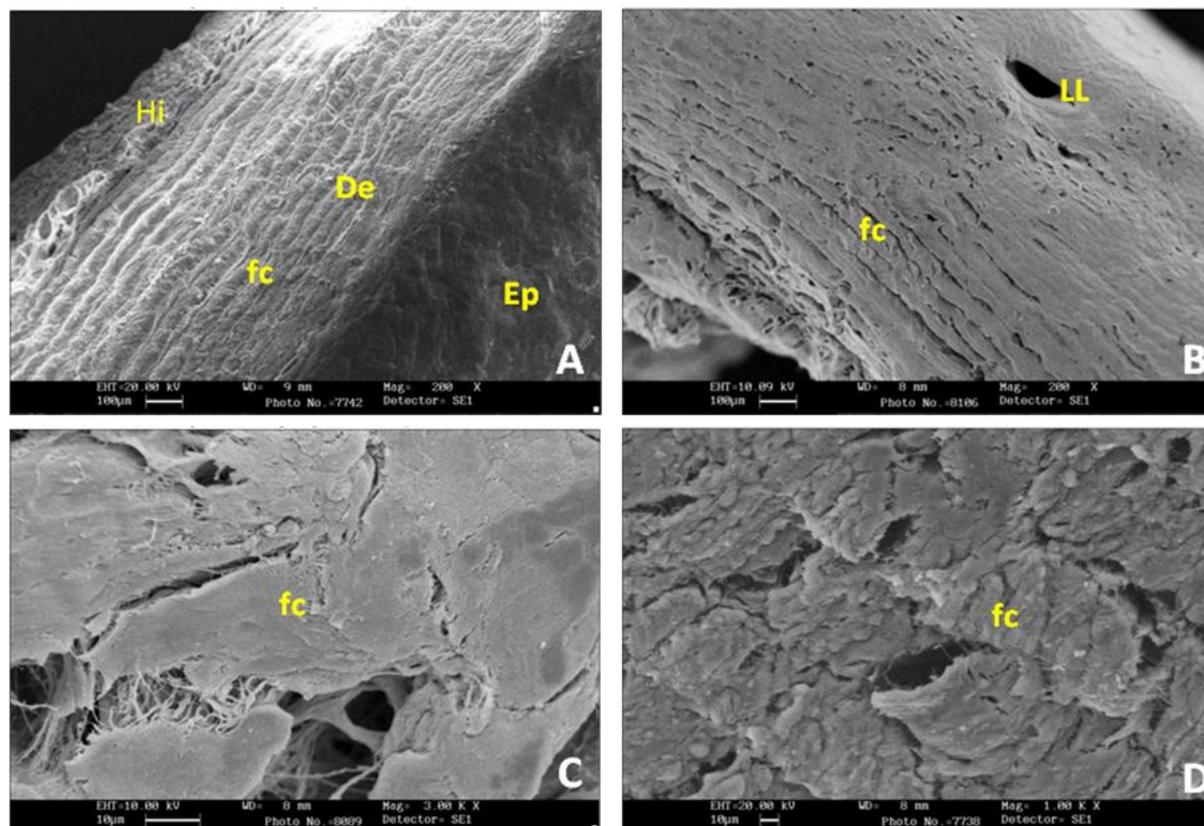


Figura 20. Análise no MEV para peles *in natura*. **(A)** Região da linha lateral média. Época da cheia. Epiderme (área superficial) (Ep), fibra compacta (fc), Derme (De) e Hipoderme (Hi) 200x. Em **(B)** Região da linha lateral média. Época da seca, fibras compactas (fc) e linha lateral (LL). Aumento de 200x. **(C)** As fibras compactas da região dorsal anterior. Época da seca, 3000x **(D)** As fibras da região dorsal final. Época da cheia, 1000x Corte transversal. Fonte: Rocha, 2013.

Segundo Souza (2003) ao estudar as alterações da pele de tilápia do Nilo durante o processo de curtimento observou que nas peles *in natura* os feixes de fibras colágenas encontram-se em camadas sobrepostas e juntas, sendo que próxima a flor da pele são mais delgadas e vão aumentando em espessura à medida que se distancia da superfície.

Ao comparar a pele *in natura* de pirarara da região ventral anterior da cheia e da região final ventral da época da seca em relação ao comprimento da pele não observou-se visualmente diferenças, ambas possuem fibras longitudinais e transversais compactas. No entanto durante o curtimento da pele a parte caudal é menos flexível em relação região anterior. Diferente nas

peles de peixes de escama que não apresentam na região caudal essa inflexibilidade (FIGURA 21).

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.

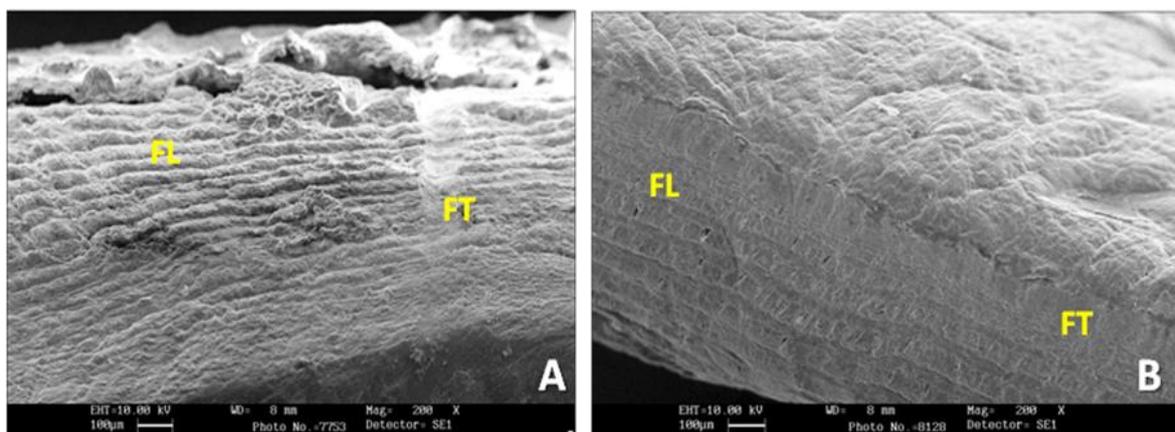


Figura 21. Análise no MEV para peles *in natura*. (A) Pele de pirarara região ventral anterior. Época da cheia. (B) Região ventral final. Época da seca. Aumento 200x. Fonte: Rocha, 2013.

4.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) durante o processo de curtimento

Neste trabalho a pele de pirarara foi analisada durante 4 etapas do processo de curtimento (remolho, piquel, curtimento, e recurtimento/engraxe) e o produto final o couro nas diferentes épocas sazonais e em diferentes regiões da pele: dorsal, média e final.

Considerando as diferentes reações químicas que a pele passa ao longo do processo de curtimento, visualizou-se neste trabalho o comportamento da superfície (flor) da pele durante quatro etapas. Na camada externa do couro as fibras colágenas estão dispostas perpendiculares e estão suscetíveis ao ataque bacteriano e a reações com produtos químicos, podendo ainda romper sob qualquer efeito mecânico. Pode-se observar o efeito externo durante as etapas de remolho, piquel, curtimento e recurtimento/engraxe (FIGURA, 22) Em imagens posteriores descrevem-se o efeito interno como as fibras colágenas se comportam figuras 23 e 24.

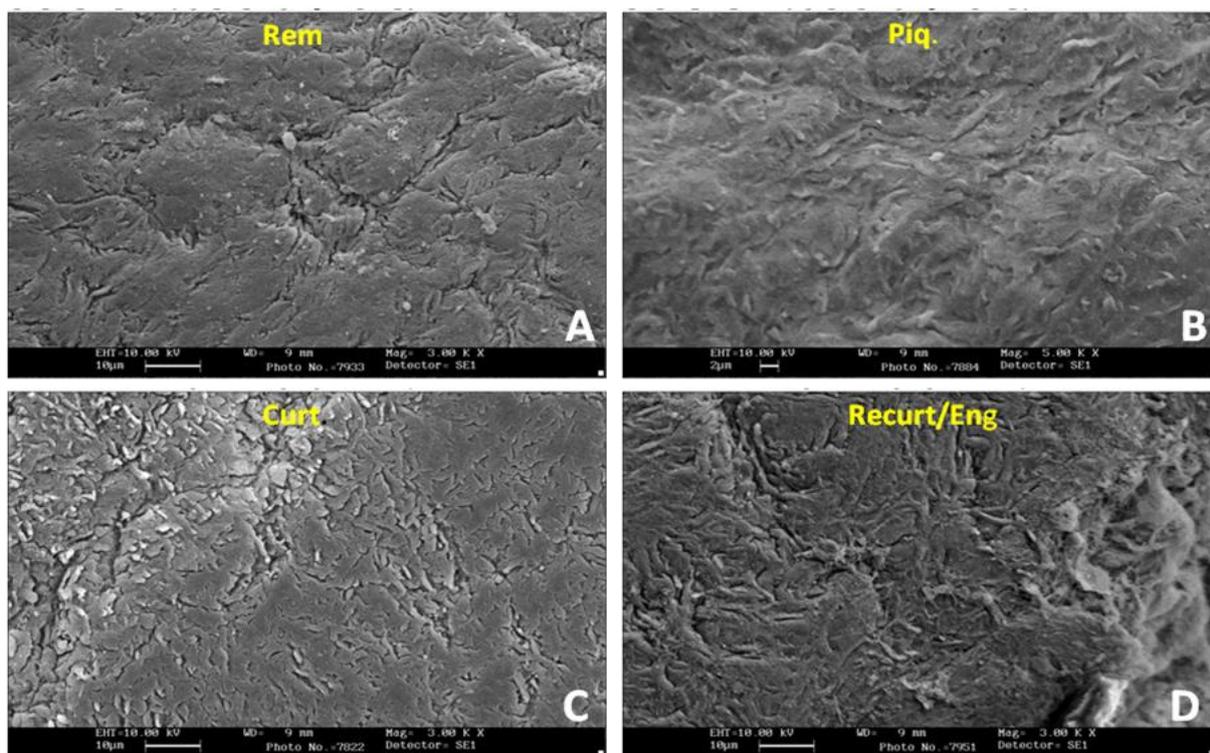
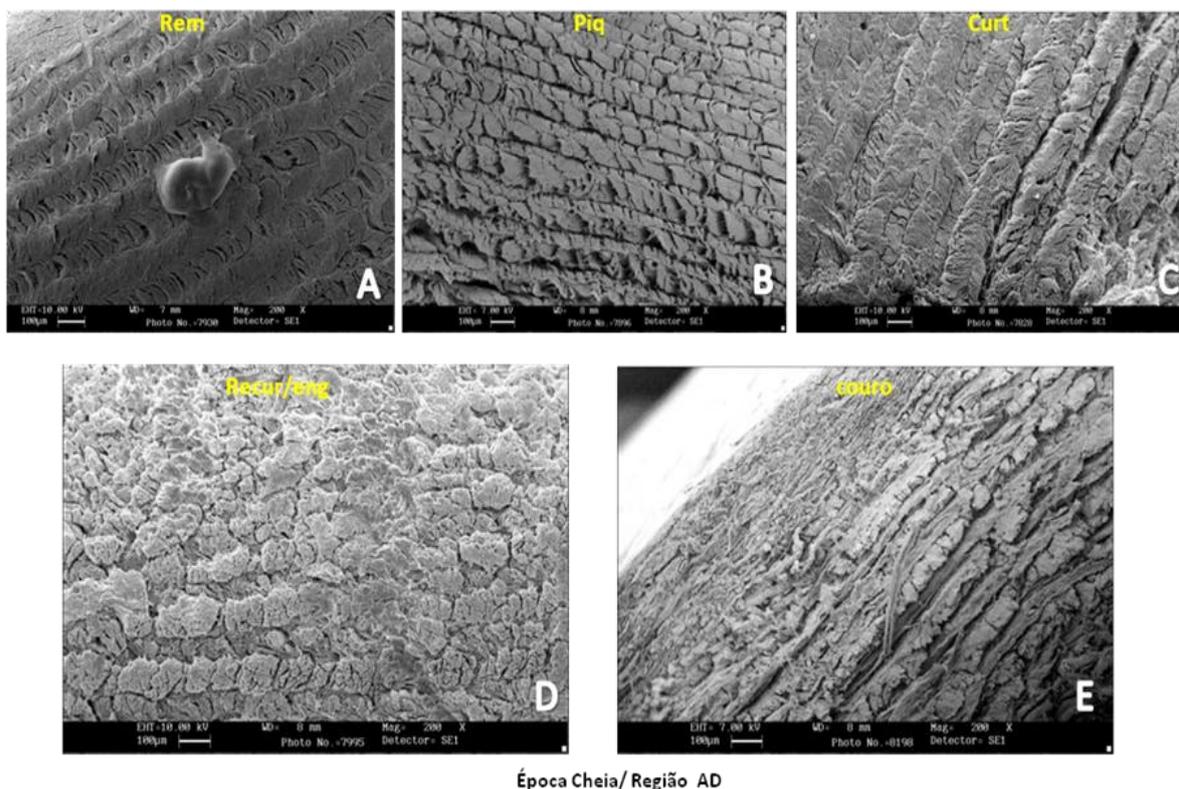


Figura 22. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da superfície (flor) da pele de pirarara. (A) remolho; (B) Piquel; (C) Curtimento; (D) Recurtimento/Engraxe. Fonte: Rocha, 2013.

Na seqüência são apresentadas as imagens de etapas do processo de curtimento na época da cheia, a partir de microscopia da região dorsal anterior em relação ao comprimento do corpo do peixe. Foi observado que fibras colágenas encontram-se soltas e íntegras e se dispõem em ângulos próximos a 45° ao longo da pele e cruzam com os outros que lhes são perpendiculares ocorrendo um “entrelace”, formando feixes longos e bem orientados (A, B, C, D e E). No produto final (couro) observou-se que tanto as fibras quanto as fibrilas estão bem definidas, separadas e soltas, estando estas características de acordo com a literatura para função de cada etapa. (FIGURA, 23).



Época Cheia/ Região AD

Figura 23. Micrografia Eletrônica de Varredura. Etapas do processo de curtimento (remolho, piquel, curtimento, recurtimento/engraxe e couro). Época da Cheia. Feixes de fibras colágenas soltas e integras e ao longo da pele se cruzam com outras fibras (**A, B, C, D e E**). Em **E**, fibras e fibrilas bem definidas, separadas e soltas. Região anterior dorsal (**AD**). Fonte: Rocha, 2013.

A figura 24 mostra o processamento da pele na época da seca, da região dorsal anterior em relação ao comprimento do corpo do peixe. Durante a etapa do remolho (Rem) observamos que as fibras e as fibrilas apresentam-se de forma entrelaçada, porém durante a piquelagem (Piq) ocorre a abertura das fibras para que os agentes curtentes possa agir preenchendo os espaços vazios, o que é visível durante o curtimento (Curt) e conseqüentemente nas etapas seguintes recurtimento/engraxe (Recur/Eng) quando a pele se torna mais espessa e os óleos agirem nas fibras e fibrilas, garantindo maleabilidade do couro. O produto final (couro) observa-se que as fibras e fibrilas estão bem definidas, separadas e soltas, características essenciais para a qualidade e resistência do couro. Aumento 200x.

De acordo com Dettmer (2008), ao realizar análise de microscopia eletrônica de varredura, em curtimento do pó de pele foi possível observar a

separação das fibras, características conferida pela fixação do agente curtente na estrutura.

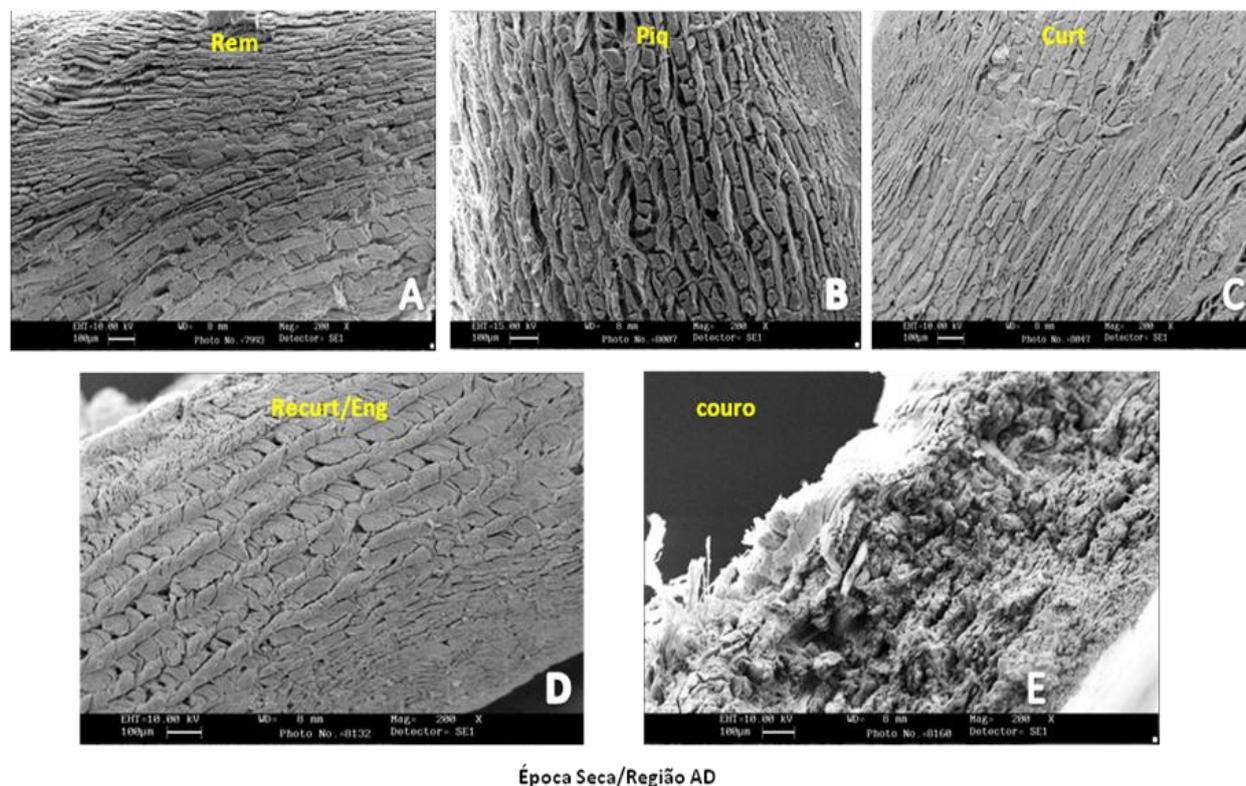


Figura 24. Micrografia Eletrônica de Varredura Etapas do processo de curtimento (remolho, piquel, curtimento, recurtimento/engraxe e couro). Época da seca. Feixes de fibras de colágeno se dispõem em angulações que permitem um “entrelace” destas fibras e fibrilas (A, B, C, D e E). Região anterior dorsal (AD) em relação ao comprimento do peixe. Fonte: Rocha, 2013.

Priebe (2007) relata que as indústrias de processamento de peles para a produção de couros têm interesse no aproveitamento da camada intermediária, a derme, já que a epiderme e a hipoderme são retiradas no decorrer das operações, para ser preenchido na etapa seguinte.

Segundo Gutterres (2003), as fibras curtidas ficam nitidamente separadas e individualizadas em consequência da ação do agente curtente fixado na estrutura, o que impede a adesão entre elas, resultando em uma estrutura porosa e estável.

Souza (2003) observou durante estudo com tilápia do Nilo, que durante o remolho as camadas de fibras colágenas ficaram intumescida e sem espaço entre elas. Na etapa do piquel notou que as fibras colágenas estavam mais delgadas e espaçadas entre si. No curtimento as camadas de fibras, estão

bem espaçadas entre si, facilitando assim, a passagem dos reagentes. Com o engraxe foi observado que as fibras tornam-se soltas pela ação dos óleos utilizados. O couro como produto final apresentou fibras colágenas distanciadas umas das outras, ou seja, elas não ficaram aglutinadas.

Embora nesse trabalho o tipo de curtimento e a espécie sejam diferentes, em relação à tilápia do Nilo, a função de cada etapa durante o processo de transformação da pele em couro, apresentou características semelhantes e estão de acordo com a literatura.

Segundo Gutterres (2003) em experimentos com pó-de-pele e pele bovina observou que couro curtido com tanino vegetal as fibras e fibrilas de colágeno são mais espessas do que as curtidas com cromo. Os elementos da estrutura de colágeno tratada com tanino vegetal absorvem grandes quantidades de curtentes.

Na figura 25, pode-se observar na superfície da pele, conhecida no setor coureiro como flor, a presença do poro da linha lateral, sendo encontradas fibrilas colágenas circundando o poro para pele *in natura*, figura 25A. Nas áreas da derme superficial durante o processo de transformação da pele em couro, na etapa do remolho, região anterior a linha observam-se as fibrilas e fibras de colágeno intumescidas, figura 25B. Observando a mesma região da linha lateral da pele, durante a etapa do piquel, nota-se que as fibras e fibrilas estão separadas e isoladas, deixando espaços entre elas, confirmando o que diz a literatura em que durante essa etapa são eliminadas as camadas da epiderme e hipoderme para receber os curtentes, figura 25C. Na análise da etapa do recurtimento/engraxe, finalizando a transformação da pele em couro observamos os detalhes das fibras e fibrilas de colágenas bem individualizadas e espaçadas, confirmando a flexibilidade e maciez ao couro, figura 25D. As imagens foram captadas da região anterior da linha lateral em relação ao comprimento da pirarara.

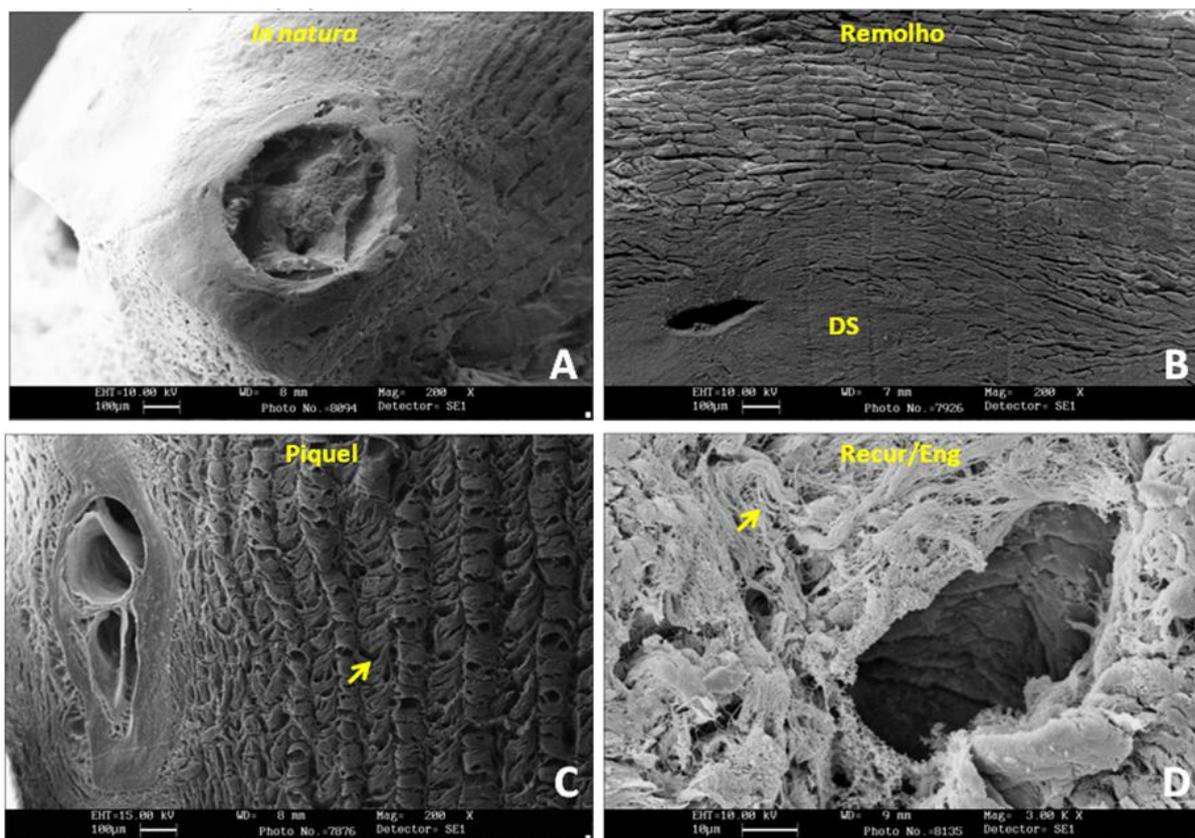


Figura 25. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) ao nível da linha lateral da pele de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus* Em **A**, o poro da linha lateral e circundando por fibrilas colágenas em (A, C e D). Em **B e C**, na derme superficial (DS) observam-se as fibrilas e fibras de colágeno intumescidas. Em **C**, as fibras e fibrilas bem separadas e isoladas (seta). Em **D**, detalhe das fibras e fibrilas de colágenas bem individualizadas e espaçadas (seta). Fonte: Rocha, 2013

A figura 26 traz a representação em corte transversal de duas etapas do curtimento, durante as épocas da cheia e seca. Observa-se na etapa do remolho o intumescimento das fibras e fibrilas, apresentando um aspecto compacto quando as mesmas estão sendo hidratadas. Na etapa do recurtimento e engraxe as fibras e fibrilas estão espaçadas e isoladas, segundo a literatura o engraxe deixa estas estruturas separadas para que couro adquirido apresente características maleáveis. Verifica-se, no entanto, que as fibras do material no período da seca estão mais compactas que o período da cheia.

De acordo com Santos (2006), que avaliou os efeitos do processo de engraxe no curtimento de peles bovinas, observou que durante esta etapa ocorre a separação das fibras, o agente de engraxe penetra nos espaços

interfibrilares até o interior do couro e vai se fixando dependendo do tipo de curtimento.

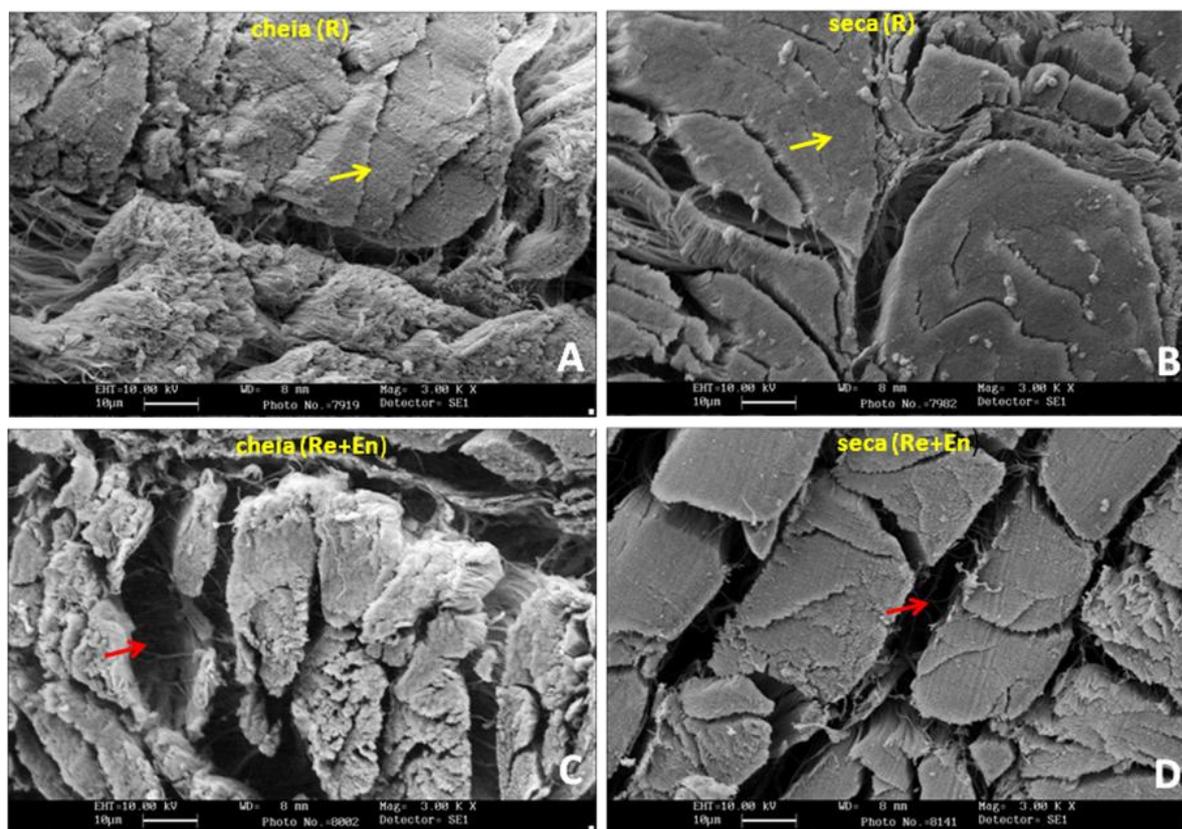
Gutterres (2005), avaliando o controle final da qualidade dos couros bovinos observou após o recurtimento e engraxe o efeito de separação das fibras e isolamento das fibrilas, resultado em uma estrutura mais porosa, com mais espaços vazios.

Segundo Gutterres (2003) quando as substancias de engraxe são adicionadas ao couro, os elementos de colágeno são revestidos, conseqüentemente o efeito lubrificante diminui o atrito entre fibras e fibrilas conferindo ao couro maciez. Isto pode-se observar no couro de pirarara nitidamente na figura 25 pela separação das mesmas.

A mesma autora observou que a amostra de couro com engraxe as fibrilas estão separadas e isoladas uma das outras devido à presença de produto engraxante ente elas, resultando em estrutura flexível.

A etapa de engraxe se torna importante porque aumenta a resistência à tração e a força de alongamento à ruptura. São alteradas as propriedades de permeabilidade da água no couro. Tais processos de engraxe são realizados com a finalidade de atender a especificações dos artigos finais (GUTTERRES, 2003).

Já no recurtimento segundo Reich (1999), ocorre o enchimento da estrutura consistindo na penetração de substâncias, ocorrendo por gradiente de concentração e por ação mecânica, ligando-se a estrutura de colagênio macroscopicamente e assim fechando a estrutura e dando enchimento, necessitando disto para fechar os macroporos, deixando os elementos estruturais do colagênio afastados, melhorando as propriedades mecânicas e o toque do couro.



Etapas: Remolho (R) e Recurtimento/Engraxe (Re+En)

Figura 26. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da pele de pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) em corte transversal. Em **A e B** observa-se o intumescimento das fibras e fibrilas (seta). Em **C e D** as fibras estão espaçadas e isoladas (seta). Observa-se que as fibras do período da seca (**B e D**) estão mais compactas que o período da cheia (**A e C**). Fonte: Rocha, 2013.

Na figura 27, temos a caracterização panorâmica do corte longitudinal da flor da pele, na região anterior ventral em relação ao comprimento do corpo da pirarara durante a etapa de piquel, observa-se a área da derme superficial (DS) e entre as funções dessa etapa é remover a epiderme, restando à região indicativa da membrana basal (seta) e preparar a fibras colágenas para uma fácil penetração dos agentes curtentes o que evidencia na imagem da etapa de curtimento, resultando no aumento da espessura das fibras colágenas do couro, onde estão disposta em camadas que se dispõem umas sobre as outras. O couro com suas fibras e fibrilas bem abertas,

espaçadas, conforme indica a seta, adquirindo maciez e flexibilidade. A parte mais nobre do couro de pirarara é onde existe uma textura mais flexível, maleável e macia encontrada na região anterior até a metade do couro em relação ao comprimento do corpo. Já na região caudal apresenta textura mais compacta e normalmente menos flexível.

Souza (2003), quando descreveu a morfologia da pele de tilápia do Nilo observou no curtimento camadas de fibras colágenas sobrepostas e dispostas em sentidos contrários, presente fibras colágenas transversais e mais espessas à medida que se distancia da superfície da pele.

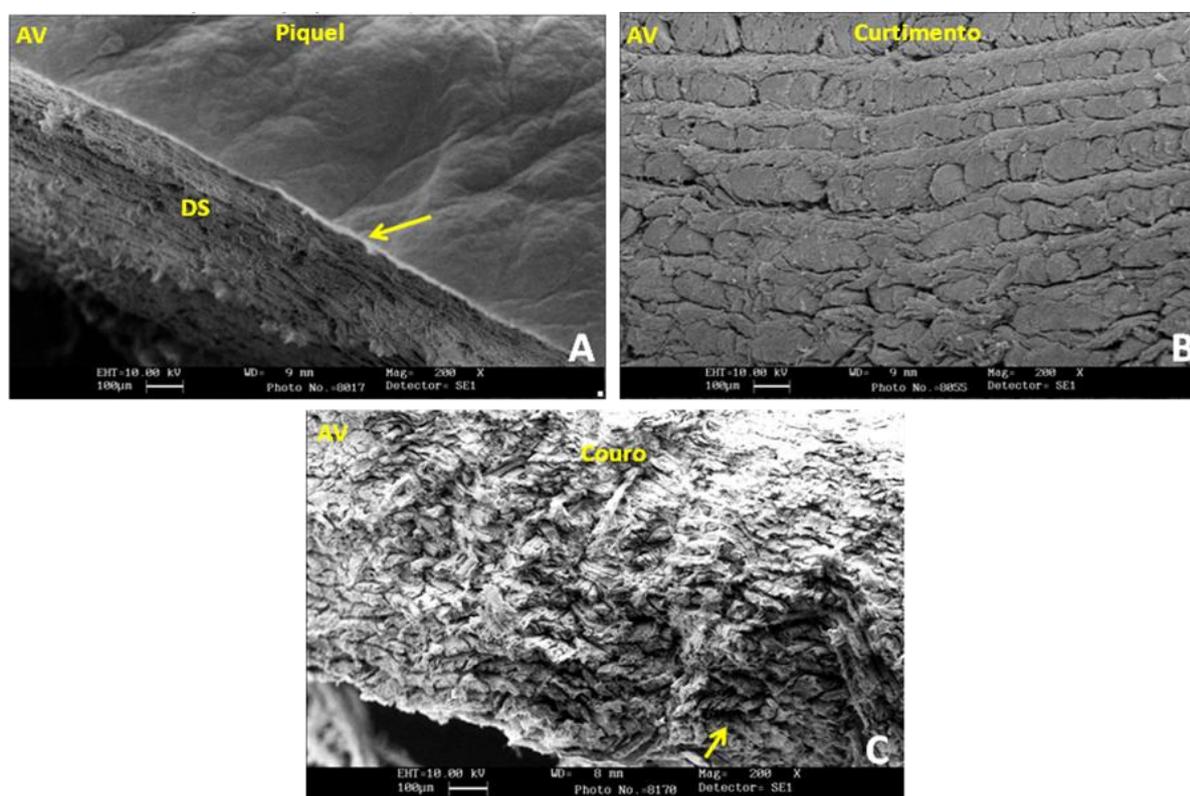
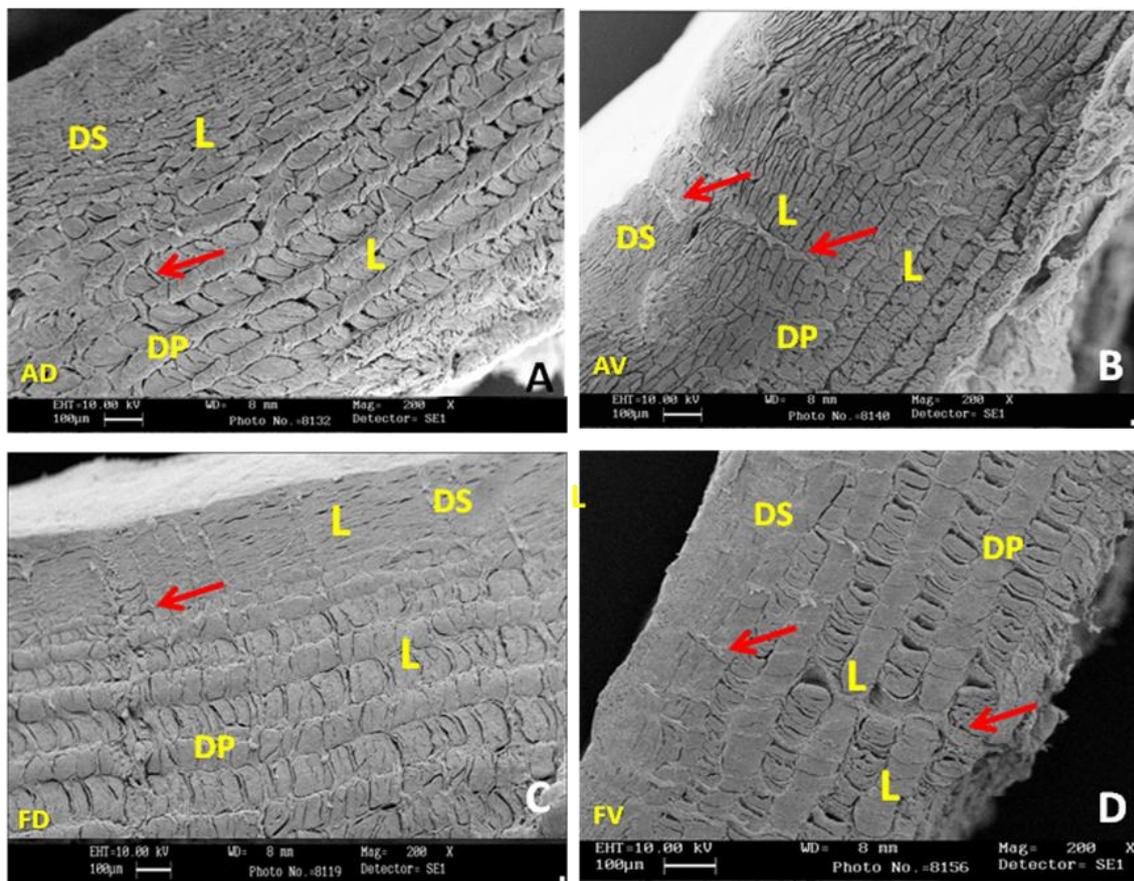


Figura 27. Micrografia eletrônica de varredura (MEV). Foto panorâmica do corte longitudinal da flor da pele de pirarara. Demonstrando a região anterior ventral. Em **A**, etapa piquel a derme superficial (DS) e a epiderme removida, restando à membrana basal (seta). Em **B**, etapa do curtimento com a imagem fechada das fibras colágenas. Em **C**, fibras e fibrilas bem abertas e espaçadas (seta). Fonte: Rocha, 2013.

Os presentes resultados mostraram que a pele de pirarara em corte longitudinal durante a etapa de recurtimento e engraxe, as fibras e fibrilas colágenas da camada dérmica apresentaram diferença entre as regiões anterior (dorsal e ventral). Esta região mostra que as fibras colágenas

apresentam-se mais isoladas entre si quando comparada a região final ou caudal (anterior e ventral) tais estruturas estão mais compactadas. Provavelmente isso comprove o que se observa no produto final, quando o couro de pirarara na região caudal perde a maciez e é menos flexível (FIGURA, 28).

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).



Etapa Recurtimento/engraxé
Região Anterior dorsal (AD) e ventral (AV) e Final dorsal (FD) e ventral (FV)

Figura 28. Micrografia eletrônica de varredura (MEV) da pele de pirarara em corte longitudinal durante a etapa de recurtimento/engraxé. As Fibrilas e fibras colágenas da derme superficial (DS) e profunda (DP) apresentam diferenças entre as regiões. Em **A e B** fibras e fibrilas isoladas e espaçadas entre si. Em **C e D** as fibras estão compactadas. Fibrilas e fibras de colágeno transversais (seta) e longitudinais (L). Fonte: Rocha, 2013.

Segundo Mancopes (2011) que realizou estudos com peles bovinas, observou que existe influência da região de retirada da amostra pode se esperar que algumas regiões do couro obtido sejam mais “vazias” que as outras, em função da mobilidade do animal.

5. CONCLUSÕES

- Histologicamente a pele *in natura* é formada por uma derme composta por um arranjo de fibras colágenas do tipo I dispostos no sentido longitudinal, transversal e vertical, distribuídas pela derme superficial e profunda;
- Na região anterior da linha lateral foi detectada na derme grande quantidade de células melanócitas presentes principalmente na região dorsal. Além da presença do poro da linha lateral, e de muitos feixes transversais de fibras colágenas;
- Na derme observamos em micrografia de luz e micrografia eletrônica de varredura, nitidamente, a presença das fibras e fibrilas distribuídas por toda esta camada;
- Na análise por microscopia comparamos a pele *in natura* da região anterior ventral e da região final ventral, não observou-se visualmente diferenças, ambas possuem fibras longitudinais e transversais compactas;
- Por micrografia eletrônica durante o processamento da pele, na região dorsal da pele, observou-se fibras e fibrilas de forma entrelaçadas. Em seguida ocorre a abertura das fibras para que os agentes curtentes possam agir e no final a pele se torna mais espessa e os óleos agem nas fibras e fibrilas, garantindo maleabilidade do couro;
- Pelo corte longitudinal da flor da pele na derme superficial observou-se a membrana basal, no curtimento o aumento da espessura das fibras colágenas do couro, onde estão dispostas em camadas que se dispõem umas sobre as outras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADZET, A. J. M.; BAS, X. G.; BONET, J. B.; *et al* **Química-Técnica de Tenerife**. Barcelona, Espanha: Romanya/Valls, 1986. 765 p.

AMELINCKX, S.; VAN DYCK, D.; VAN LANDUYT, J.; VAN TENDELOO, G. *Electron Microscopy: Principles and Fundamentals*. Weinheim: Wiley VCH 1997.

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

ARNOLD, J. R.H. L.; ODOM, R. B.; JAMES, W. D. A pele: estrutura básica e função. Doenças básicas da pele de Andrews: Dermatologia Clínica. 8 ed. São Paulo: Manole LTDA, 1994. 1-14 p.

AZULAY, R. D., AZULAY, D. R., –A pele – embriologia, estrutura e fisiologia, In: *Dermatologia* (Revisada e atualizada), 2a edição, Editora Guanabara Koogan, Capítulo 1, 1999^a. 1-10 p.

BARBOSA, F. S. Modelo de impedância de ordem fracional para a resposta inflamatória cutânea. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Biomédica, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

BARROS, M. A. S. D., Arroyo, P. A., Sousa-Aguiar, E. F. O Processamento de Peles. Disponível em: [http://www.icp.csic.es/cyted/Monografias/Monografias Teneria/](http://www.icp.csic.es/cyted/Monografias/Monografias_Teneria/)>. Acesso em: 10 Jan. 2006.

BISPO, L. A.; DOURADO, D. M.; SOUZA, H. A.; MATIAS, R.; SOUZA, M. L. R. Histologia e curtimento da pele do *Pseudoplatystoma corruscans* (*osteichthyes*) utilizando o tanino vegetal como produto curtente e dois tipos de armazenamento. 1 Congresso Brasileiro de Produção de Peixes Nativos de Água Doce. MS. 2007.

BLACKITH, R.E.; REYMENT, R.A. Multivariatemorphometrics. Academic Press, London, 1971. 410 p.

BRINK, H.E.; STALLING, S. S; NICOLL, S. B. Influence of serum on adult and fetal dermal fibroblast migration, adhesion, and collagen expression. **In vitro cell dev boil**. sep/oct 41: 2005. 252-57 p.

CARDOSO, J. O design industrial como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe. **Revista Espaço Acadêmico** N. 114 Nov. Ano X. 2010.

CASTRO, L. A. S. Processamento de mostras para microscopia eletrônica de varredura - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, - (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 93). 2002.37p.

CAVALCANTI, M.J.; LOPES, P.R.D. Morfometria comparada de *Ctenosciaena gracilicirhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Micropogonias furnieri* (Teleostei: Sciaenidae) pela análise multivariada de redes de treliças. Revista Brasileira de Zoologia, v.7, n.4, 1990. 627-635 p.

CICB - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. Análise Setorial Edição 2005. Instituto Latino, Brasília. 2005. 45 p.

CUTTLE, L.; NATAATMADJA, M.; FRASER, J.F.; KEMPF, M.; KIMBLE, R.M.; HAYES M. T. Collagen in the scarless fetal skin wound: detection with picosirius-polarization. **Wound repair regen.** may/jun 12(3): 2004. 374-83 p.

DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia humana, sistêmica e segmentar.** São Paulo: Atheneu, 1988.

DETTMER, A. Recuperação do cromo das cinzas do tratamento térmico de resíduos da indústria calçadista visando o curtimento de peles. Dissertação de Mestrado. Prog. de Pós-Graduação em Engenharia Química. RS. 2008.

ENGLERT, G.E.; LEÓN, A. DE; TESSELE, F.; LOCATELLI, C. Atomic Force Microscopy – Scanning Electron Microscopy: comparative evaluation on solid surfaces. **Acta Microscopica**, vol.12, n.1, December, 2003.107-110 p.

FARIAS, E.C. Colorido e Comportamento Animal. Biossimbologia das Cores. Com. Cient. Fac. Med. Vet. Zootec. Universidade de São Paulo. 13 (w2). 1989. 53-57 p.

FREITAS, E. A. Estudo comparativo das características do Couro e efluente bruto de processo de Curtimento convencional versus processo com Reciclagem direta de banho de curtimento. Dissertação (Mestrado) Campo Grande, 2007.

FERREIRA, F. B.; BURITY, C. H. F.; PISSANTTI, A. Histologia di tegumento em *Cebus robustus* (Silva Jr. 2001) e *Cebus xanthosternos* (Wied-Neuwid, 1826): cativos, *Cebidae*-primates. Saude & Ambiente em Revista, Duque de Caxias. v. 2. n. 1. Jun. 2007. 50-67 p.

FREEDBERG, I. M.; et al. Fitzpatrick **Tratado de Dermatologia**. 5 ed. Rio de Janeiro; Ed, Revinter, 2005. 88-259 p.

FILGUEIRAS, E. **Nova Kaeru:** mantas e unidades de couros exóticos. Três Rios, 2002. Disponível on-line: <<http://www.grupodfx.com.br/kaeru>. Acesso: dez. 2008.

GAWKRODGER, D. J., *Dermatology: An Illustrated Colour Text*, 3 ed., Edinburgh, Churchill Livingstone. 2002.

GONÇALVES, R. P.; FERREIRA, A. L.; MELO, V. R.; POMPOLO, S.; LACHAT, J. J.; THOMAZINI, J. A. Tecumento . in: Anatomia geral. São Paulo. Cap. 9. 1983. 105-113 p.

GUTTERRES, M. Efeito do curtimento sobre a microestrutura dérmica. revista do couro. Ed. 2003. 164 p.

GUTTERRES, M.. Absorción de los agentes de curtición y engrase y modificación de la matriz de colágeno*. Boletín Técnico de la AQEIC, Barcelona, v. 54, n. 4, 2003. 207-215 p.

GUTTERRES, M. e OSÓRIO, T. S. Métodos analíticos especiais aplicados ao couro. XVI Congresso Latino Americano dos Químicos e Técnicos da Industria do Couro. Boletín Técnico de La Asociación Química Espanola de La Industria Del Cuero. V. 56. N. 2 2005. 71-80 p.

GUTTERRES, M.; Revista do Couro ABQTIC, 170, 2004. 76-80 p.

GUTTERRES, M. Tendências Emergentes na Indústria do couro. Seminário e Mini fórum Iberoamericano de Tecnologia de Materiais. Havana, Cuba. Boletín Técnico de La Asociación Química Espanola de La Industria Del Cuero. V. 57. N. 1 2006. 22-27 p.

GUIDO, V.; KOBLET, B.; KEENES, D. R.; PAULSSON, M.; KOCH, M.; WAGENER, R. Collagen XXVIII, a Novel von Willebrand Factor A Domain-containing Protein with Many Imperfections in the Collagenous Domain. **Journal of Biological Chemistry**. Vol. 28, n. 6. 2006.

GROMAN, D. Histology of the Striped bass. Connecticut: Starrs, 116 p. 1982.

HARRIS, M. I. N. C. **Pele**: estrutura, propriedades e envelhecimento. 3. ed. São Paulo: Senac, 2009. 157-159 p.

HICKMAN JUNIOR, C.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. Princípios integrados de zoologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

HINTON, de. E.; LAURÉN, D. J. Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes. American fisheries Society Symposium, Bethesda, v. 8, 1990. 51-66 p.

HOINACKI, E. Peles e Couros - Origens, defeitos, e industrialização. 2.ed.rev. e ampl. Henrique d'Ávila Bertaso. Porto Alegre, 1989. 319 p.

HOINACKI, E.; Moreira, M. V.; KIEFER, C. G. **Manual básico de processamento do Couro**. Porto Alegre: SENAI/RS. 1994. 402 p.

HUNTER, J. A. A., SAVIN, J. A., DAHL, M. V., *Clinical Dermatology*, 3 ed., Oxford, Blackwell Publishing. 2002.

JUNG, E. ; LEE, J.; BAEKB, J.; JUNG, K.; HUMA, S.; KIMA, S.; KOH, J.; PARK, D. Effect of camellia japonica oil on human type I procollagen production and skin barrier function. **Journal of Ethnopharmacology**. V.112. 2007. 127-131 p.

JUNQUEIRA, L.C.U., JOAZEIRO, P.P., MONTES, G.S., MENEZES, N. & PEREIRA FILHO, M. É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? **Tecnicouro**, 5 (5): 1983. 4-6 p.

JUNQUEIRA, L. C. U.; JOAZEIRO, P. P.; MONTES, G. S.; MENEZES, N.; PEREIRA FILHO, M. The collagen fiber architecture of brasilian naked skin. Brazilian **Journal Medicinal Biological Research**, Ribeirão Preto. P. 16. V. 1983b. 313-316 p.

JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1995. 271-280 p.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 10^a Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2004

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2005.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica: Texto/ Atlas**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008. 524 p.

KOLB E. Fisiologia da pele. In: Fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 1987. p.325-29.

KRISTENSEN S. A study of skin diseases in dogs and cats. I. Histology of the hair skin of dogs and cats. Nord. Vet. Med. 27: 1975. 593-603 p.

KNOLL, M. Aufladepotential und Sekundäremission elektronenbestrahlter Körper. Z Tech. Phys. v.16, 1935. 467-475 p.

KUBOTA, E. H. **Novos Colágenos em Peixes**. São Paulo: Universidade de Ciências farmacêuticas. Tese (Doutorado).1997.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000. 839 p.

LIMA, C. R. A. Utilização de técnicas multivariadas e de morfometria geométrica na discriminação de espécies do gênero *Rhino - batos* (Família Rhinobatidae). Dissertação em Biometria. Universidade Rural de Pernambuco. 86f. 2007.

LIMA, K. S.; PRESSI, L. O uso da microgalvanopuntura no tratamento de estrias atróficas: análise comparativa do trauma mecânico e da microcorrente. 2005. Disponível: www.upf.br. Acesso em: setembro 2010.

MANCOPES, F. Influência dos processos de engraxe e acabamento na modificação da estrutura e nas propriedades do couro. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em engenharia Química. Porto Alegre, 2011.

MANSUETO, L. Curtimento de couro de peixe evita danos ambientais. Disponível: <<http://www.inpa.gov.br/noticias>. Acesso: setembro 2010.

MATIAS, R.; DOURADO, M. D.; SOUZA, M. L. R.; JARDIM, M. I. A.; RODRIGUES, J. R. B.; GODOY, F.; COLETA, V. Estudo do tucunaré (*Cichla Ocellaris*) em duas baías marginais do rio Piquiri (Pantanal do Paiaguas, MS): parâmetros físico-Químicos e análises histológica da pele. *Ensaio e Ciência*, v. 5 n. 002. 2001. 75-91 p.

MELO, R.C.N. **Células & Microscopia: princípios básicos e práticas**. Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2002. 144 p.

MEYER W.; SCHWARZ R.; NEURAND K. The skin of domestic mammals as model for the human skin, with special reference to the domestic pig. *Curr. Probl. Dermatol.* 7: 1978. 32-59 p.

MORAES, A. M. Previsão das cicatrizes atróficas por meio da distensibilidade cutânea 2000. Disponível em [www. Anais de dermatologia.org.br/artigo](http://www.anaisde dermatologia.org.br/artigo). Acesso: dez 2011.

MOTTA, P. J. Anatomy and Functional Morphology of Dermal Collagen Fibers in Sharks. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists Source: Copeia*, Vol, No. 3 (Aug. 25, 1977), 1977. 454-464 p.

MURPHY G. Histology of the skin. In: Elenitsas R, Jaworsky C, Johnson B, eds. *Lever's Histopathology of the Skin*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997. 5-50 p.

M. D. NARESH, M. D.; ARUMUGAM. V.; SANJEEVI, R. Mechanical behaviour of shark skin. *J. Biosci.*, Vol. 22, Number 4, Printed in India. 1997. 431-437 p.

NASCIMENTO, L. F.; BARBOSA, M.; SILVA, R. S. A.; CORDEIRO, V. A. Estrias. *Rev. Personalité*, n. 54 Ano X. 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger Princípios de Bioquímica*. Sarvier, 975 p., 3ª ed. São Paulo. 2002.

NOGUEIRA, M. Saúde a Flor da pele. *Rev.. Profissão Beleza*, n. 41. Ano VIII. Vol. 8 Jan/Fev. 2007.

OLIVEIRA, R. J. F. Características histológicas e físico-mecânicas da pele de caprinos e ovinos de diferentes genótipos. Tese-Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba. 2006.

PARDINI, L. C. Estudos Morfométrico da glândula submandibular do camundongo: comparação entre os sexos. Dissertação de Mestrado em Diagnóstico Oral. Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de SP. 1985.

PARDINI, L. C.; ASSIS, G. F. Metodologia Básica: Morfometria e Estereologia (Conhecimentos básicos). Universidade de São Paulo. Rev. Bras. Teleodonto. 1 (1): 2005. 17-24 p.

PASSOS, L. A. P. Piel de pescado. Disponível em: <<http://www.cueronet.com/exoticas/pescado.htm>> Acesso em: dez 2007.

PERES, P. R. NETO; VALENTIN, J. L.; FERNANDEZ, F. Tópicos em tratamentos de dados biológicos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.

PRADO, M. Características da pele de *Pseudoplatystoma sp* submetida ao processo de curtimento: morfologia, resistência físico-mecânica e química. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia. Maringá. 2011.

PRIEBE, G.P.S.; Avaliação das Condições Operacionais da Produção de Oleína Obtida a Partir de Tecido Subcutâneo de Peles Bovinas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

REICH, G. Structural changes of collagen during the leather making process. Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists, v. 8 3, 1999. 63-79 p.

REINIGER, R. C. P. Histologia Básica. Cadernos acadêmicos. Urcamp. 2009. 58 p.

RIBEIRO, K. C. A. Aplicação de peles naturais exóticas para a confecção de calçados na indústria brasileira. (Dissertação mestrado)-UFSM, Santa Maria, 2004.

SANCHEZ, J. E.; ARAYA, L.A.R. **Estudo histológico del tegumento de las especies congrio, mero y anguila y sus procesos de ribera.** In: congresso latinoamericano de químicos e técnicos del cuero, ed 11., Santiago de Chile, Anais. 1990. 1-13 p.

SANTOS, L. M. Influência das propriedades dos óleos das variáveis do processo de engraxe na obtenção de couros macios. **Dissertação de**

Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Porto Alegre. 2006.

SEBRAE. Perfil Setorial do couro. Unidade de Estratégias e Diretrizes. Minas Gerais. 2005.

SCOTT D.W., MILLER D.H. & GRIFFIN C.E. 2001. Muller and Kirk's Small Animal Dermatology. 6th ed. Saunders, Philadelphia. 2001.1528 p.

SILVA, R. C. Influência da massa molar e estrutura de polímeros acrílicos monodispersos como recurtentes em couros . Dissertação. Departamento de Engenharia Química. Porto Alegre. 2007.

SOUSA, M. A. J.; VARGAS, T. J. S. Anatomia, Fisiologia e Histologia da Pele In: KEDE, M. P. V; SABATOVICH, O. **Dermatologia Estética**. Rio de Janeiro. Ed. Atheneu, p. 5-7. 2004.

SOUZA, M.L.R.; LEME DOS SANTOS, H. S. Análise microscópica comparada da pele da tilápia (*Oreochromis niloticus*), da carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*). In: SEMANA SOBRE HISTOLOGIA DE PEIXES, 2. Jaboticabal. **Resumos**. Jaboticabal: FUNEP. 1995. 100-101 p.

SOUZA, M.L.R. & SANTOS, H. S. L. Análise morfológica da pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) através da microscopia de luz. Revista UNIMAR 19(3): 1997. 881-888 p.

SOUZA, M. L. R; Casaca, J. M.; Ferreira, I. C.; Ganeco, L. N.; Nakaghi, L. S. O.; Faria, R. H. S.; Schmidt, J. T. A. Análise da resistência do couro da carpa espelho curtido sem utilização de sais de cromo. **Tecnicouro** , v.23, n.8, 2002. 57-69 p.

SOUZA, M. L. R.; Dourado, D. M.; Machado, S. D.; Buccini, D. F.; Jardim, M. I. A.; Matias, R.; Correia, C.; Ferreira, I. C. Análise da pele de três espécies de peixes: histologia, morfologia e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, 2003. 11551-1559 p.

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

SOUZA, M. L. R.; GANECO, L. N.; NAKAGHI L. S. O.; FARIA, R.H. S.; WAGNER, P. M.; POVH, J. A.; FERREIRA, I. C. Histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences Maringá, v. 25, no. 1, 2003a. 37-44 p.

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, 2004. 195 p.

SOUZA, M. L. R.; GODOY, L. C.; KOZUKI, H. T.; CASADA, J. M.; DOURADO, D. M.; JACINTO, M. A. C. Histologia da pele da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e teste de resistência do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, 2006. 1265-1272 p.

SOUZA, M.L.R.; VALDEZ, M.C.A.; HOCH, A.L.V.; et al. Avaliação da resistência da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences v. 28, n.3, 2006. 361-367 p.

SOUZA, M. L. R. Curtimento de pele de tilápia. In: BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. **Industrialização de Tilápias**. Toledo/ PR: GFM Gráfica & Editora, 272p. Capítulo XI, 2007.185-224 p.

SOUZA, F. R. Aplicação de enzimas no processamento de couros: comparação entre processos químicos e coenzimáticos. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Engenharia química. 2010. 144 p.

SOUZA, D. T. Tratamento Biológico para Remoção de Nitrogênio de efluentes de Curtumes. Monografia Em Engenharia Química. Porto Alegre. 2011.

SOUZA, C. A.; HASHIMOTO, D.T.; MENDONÇA, F. F.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Desenvolvimento e seleção de marcadores moleculares microssatélites para *Phractocephalus hemeliopterus*, Pirarara (Siluriformes, Pimelodidae Resumos do 56º Congresso Brasileiro de Genética. 2010.

SOUTO L. R. M.; REDHER J.; VASSALLO J, CINTRA M. L.; KRAEMER M. H. S.; PUZZI M. B. Model for human skin reconstructed *in vitro* composed of associated dermis and epidermis. Sao Paulo Med J. 124(2): 2006. 71-6 p.

STORER, T.I.; USINGER, R.L.; STEBBINS, R.C. **Zoologia Geral**. São Paulo: Mac Grau Hill, 1991. 816 p.

TABOGA, S.R. Microscopia. In: RECCO-PIMENTEL, S.M.; CARVALHO, H.F. **A célula 2001**. cap. 2. 2001. 06-14 p.

TEIXEIRA, V. P. A.; PEREIRA, S. A. L.; RODRIGUES, D. B. R.; LINO JUNIOR, R. S.; OLIVEIRA, F. A.; CASTRO, E. C. C.; REIS, M. A. Princípios Básicos e Aplicação da Morfometria. Universidade de Uberaba – MG. 2001

VON ARDENNE M. Das Elektronen-Rastermikroskop. Theoretische Grundlagen. Z. Tech. Phys. v. 109, 1938. 553-572 p.

VIEIRA, G. B. Cosmiatria nos pacientes com seqüelas de queimaduras. **Rev. Personalité**. N. 48. Ano IX. Vol. 9. Set/out. 2006

ZAGOLIN, G. B.; NETO, J. X.; HILSDORF, A. W. S. Estudo da migração das células da pigmentação da crista neural de duas variedades de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. Red-Stirling e var. Chitralada) e seu híbrido utilizando técnicas de Imunohistoquímica. In: XII Congresso de Iniciação Científica. **Anais...** São Paulo: Universidade de Mogi das Cruzes. 2009.

ZWORYKIN, V.K.; HILLER, J.; SNYDER, R.L. ASTM Bulletin.n. 15, 1942.117 p.

CAPITULO III

CURTIMENTO AO VEGETAL DE PELES DE PEIXE PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*) E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO COURO

RESUMO

Os couros de peixes são considerados uma alternativa na busca por novos subprodutos que contribuam para o desenvolvimento. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia do Pescado-UFAM e na planta-piloto de curtimento de peles-INPA, ambos no Amazonas. A pele foi adquirida nos períodos da cheia e seca do rio Solimões-Amazonas e submetida a uma série de etapas, de acordo com o padrão de curtimento proposto por Rebello (2001) sustentável do couro. O objetivo desse trabalho foi efetuar o processo de curtimento com tanino vegetal e avaliar a resistência. Os testes físico-mecânicos foram desenvolvidos no Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO), Porto Alegre. Para o curtimento vegetal, obteve-se resultado satisfatório. Os índices de pH em cada etapa foram de acordo com padrões pré-estabelecidos. Na transformação das peles, do descarte ao acabamento, os resultados obtidos nos testes qualitativos e quantitativos estiveram dentro dos padrões de curtimento para peles de peixes. As espessuras médias dos couros utilizados para os testes de resistência a tração e alongamento e para o rasgamento progressivo foram 1,54 e 1,57 mm, respectivamente, sem diferença estatisticamente significativa. Para tração e alongamento, a resistência ao rasgo foi menor no período da cheia (55,63 N/mm) comparado ao da seca (69,86 N/mm) e a força máxima foi menor na cheia (80,20 N) em relação à seca (97,17 N). Não houve diferença estatisticamente significativa nos testes. No período da cheia, a maioria dos testes físico-mecânicos executados demonstraram nenhuma diferença relacionada ao sentido. Somente a força máxima do rasgamento – longitudinal (76,63 N) e transversal (83,77 N) – diferiu significativamente. No período da seca os resultados desses testes também mostraram nenhuma diferença significativa, apresentando como maiores valores a tensão (20,50 N/mm²) no sentido transversal e resistência ao rasgo (70,95 N/mm) no sentido longitudinal. A comparação dos períodos de cheia e seca não demonstrou diferença significativa quanto aos cortes – 19,73 e 20,09 N/mm² para tensão máxima; 62,19 e 63,30 N/mm para rasgo – para os sentidos longitudinal e transversal, respectivamente. Quanto ao alongamento, a maior resistência foi no sentido transversal (40,62%) em relação ao longitudinal (33,29%).

Palavras-chave: Pele, Curtimento, Resistência, Couro.

CHAPTER III

VEGETAL TANNING OF PIRARARA (*Phractocephalus hemiliopterus*) SKIN AND LEATHER RESISTANCE ASSESSMENT

ABSTRACT

The fish leathers are considered an alternative for new subproducts that contribute to sustainable development. The aim of this research was performing the vegetable tanning process and assess the leather strength. Assays were performed in Laboratório de Tecnologia do Pescado – UFAM and tanning pilot plant – INPA, both in Amazonas. The skins was acquired during flood and drought periods of Solimões-Amazonas rivers and submitted to tanning step series according Rebello (2001). The physical-mechanical tests was developed in Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO), Porto Alegre. Satisfactory results was obtained to vegetable tanning. The pH indexes in each step were according stablished standards. In skin transformation, from strip to finish, the qualitative and quantitative results were within fish skin tanning standards. The average thickness of leathers used in tensile strength and elongation and progressive rip were 1.54 and 1.57 mm, respectively, without statistically significant difference. For tensile and elongation tests, the rip resistance was lower in flood period (55.63 N/mm) compared to drought season (69.86 N/mm) and the maximum force was smaller in flood season (80.20 N) compared to drought season (97.17 N). There was no statistically significant difference in the tests. In the flood, most of physical –mechanical tests showed no significant differences related to sense direction. Only the maximum strength for rip – longitudinal (76.63 N) and transverse (83.77 N) – differed significantly. In the drought, the results also showed no significant difference, with larger values to tension (20.50 N/mm²) in transversal sense and resistance to rip (70.95 N/mm) in longitudinal sense. The flood and drought comparison showed no significant difference about cuts – 19.73 and 20.09 N/mm² for maximum tension; 62.19 and 63.30 N/mm² for rip – to longitudinal and transverse sense, respectively. To elongation, the major resistance was in transverse (40.62%) compared to longitudinal (33.29%) sense.

Keywords: skin, tanning, resistance, leather

1. INTRODUÇÃO

A indústria de couro no Brasil possui empresas que usam as mais avançadas tecnologias e pode ser considerada uma atividade promissora, já que dispõe de matéria-prima em grande volume e possui o maior rebanho comercial do mundo (CICB, 2005). O Brasil detém cerca de 11% da produção mundial de peles, e junto com China, Índia e Estados Unidos estes países produzem aproximadamente 50% de todas as peles disponíveis no mundo (BRASIL, 2005).

O setor curtidor é de grande importância para a economia brasileira. A cadeia produtiva do couro envolve os segmentos de curtumes, calçados, componentes, máquinas e equipamentos para calçados e couros, artefatos e artigos de viagem em couro, reúne 10 mil indústrias, gera mais de 500 mil empregos e movimenta receita superior a US\$ 21 bilhões de dólares por ano (CICB, 2010).

A estrutura da pele apresenta-se em três camadas: a epiderme representando 1% da espessura total e é removida nas operações de curtimento (depilação e caleiro). A derme compreende 85% da espessura e é a camada que forma o couro, além disso, é dividida em mais camadas: a papilar devido à raiz dos pêlos e as glândulas e a camada reticular formada por fibras que se entrelaçam, composta pelo colágeno importantíssimo para transformação em couro. A hipoderme ocupa 14% da espessura e é removida na etapa de descarte (MASANELLA, 1985; BASF, 2004).

A pele pode ser beneficiada e resultar em uma matéria-prima de qualidade e de aspecto peculiar inimitável, após o curtimento, devido à sua resistência e desenho formado na sua superfície, principalmente as peles de peixes com escamas. Os produtos obtidos são resistentes, exóticos e sua aplicabilidade em vários produtos de alto valor agregado vêm despertando a curiosidade e o interesse de muitos empreendedores (SEBRAE, 2010).

Durante a transformação das peles em couro por um processo denominado de curtimento, ocorre o aumento da estabilidade de todo o sistema colágeno, que são os principais substratos químicos, físico-químicos

e mecânicos e assim diminuindo a sua capacidade de intumescimento e estabilizando as enzimas (HOINACKI, 1989).

Taninos são macromoléculas do metabolismo secundário presentes em vários grupos de plantas, classificados segundo sua estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis apresentam constituição: monômera (molécula capaz de ligar-se a outras moléculas constituindo longa cadeia), de ácido gálico ou ácido elágico, enquanto os taninos condensados são formados pela polimerização de unidades de catequina (SANTOS e MELLO, 1999).

O couro constitui a pele do animal preservado da putrefação por meio de processos químicos e mecânicos denominados de curtimento, que a torna flexível e macia. No curtimento é mantida a natureza da pele, porém as fibras são previamente separadas pela remoção de tecido interfibrilar e pela ação de produtos químicos, que impedem o desenvolvimento de bactérias e fungos (HOINACKI, 1989).

O teste de resistência à tração baseia-se na determinação da força necessária para romper o material e seu alongamento percentual (no ponto de ruptura e por carga específica). O método de resistência ao rasgamento visa verificar a resistência do couro mediante ao esforço, em direção oposta, no local de incisão padronizada (SOUZA, 2003).

O objetivo desse trabalho de pesquisa foi estabelecer um processo de curtimento a partir de tanino natural produzido por indústria química, avaliando suas características histológicas e de resistência.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Indústria do couro

A indústria mundial de couro participa de diferentes cadeias produtivas, dependendo dos frigoríficos que fornecem sua principal matéria-prima. Compõem-se especialmente dos curtumes, que fabricam seu produto final (couro), e fornece para diferentes indústrias, que utilizam o couro como um de seus insumos: calçados e artefatos, vestuário, móveis e automobilística. Os frigoríficos/curtumes podem produzir e fornecer o couro em diferentes estágios de acabamento: o couro salgado, o *wet blue*, o *crust* ou o couro acabado (CUNHA, 2011).

A indústria brasileira de couro tem como predominância quantitativa curtumes de pequeno e médio porte, convive com a concentração de parcela relevante da produção e do emprego em um conjunto reduzido de grandes curtumes, e, de forma cada vez mais importante, em alguns frigoríficos verticalmente integrados. Além da existência de pequenos curtumes artesanais, sem registro formal, que contribuem com empregos informais (CUNHA, 2011).

De acordo com Souza (2011), a indústria de couro do Brasil, principalmente a bovina, tem grande importância para economia do país, é um setor com grande geração de divisas e de empregos, com o couro figurando entre os principais produtos de exportação do país. O Brasil está entre os maiores produtores e exportadores mundiais de couro, ocupando destaque entre os 5 maiores no ranking de produção (CUNHA *et al.*, 2009).

Dados da FAO (2004) mostravam que os calçados continuavam sendo o principal produto de couro consumido no mundo, apesar da tendência de aumento da participação dos demais produtos de couro na totalidade do consumo, especialmente em países desenvolvidos. Mais de 50% dos couros eram utilizados para a fabricação de calçados, enquanto o restante era utilizado na produção de peças de vestuário, de móveis e de material de acabamento para a indústria automotiva.

Além das peles bovinas o Brasil industrializa outros tipos de peles, como suínos, caprinos, ovinos e peles exóticas como dos peixes, avestruz entre outras. A produção bovina destaca-se com aproximadamente 74% da produção total de couros em 2004. A indústria do couro atende cinco setores principais como calçados, vestuário, mobiliário e automotivo; outro setor, bastante fragmentado é o de artefatos (com 2,5 mil fabricantes de bolsas e acessórios, localizados no Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais) (CICB, 2005).

As exportações brasileiras de couros somaram US\$ 1 bilhão no acumulado dos sete meses de 2010, registrando um aumento de 74% em relação ao mesmo período de 2009, mas ainda 16% abaixo do volume exportado durante os primeiros sete meses de 2008. O cálculo é do Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), com base nos dados da da Secretaria de Comércio Exterior, do Ministério da Indústria, Desenvolvimento e Comércio Exterior (CICB, 2010).

Com a relação à tecnologia de processo, cabe destacar a necessidade de modernização da produção com a utilização de equipamentos modernos; de racionalização do processo produtivo, como o desenvolvimento de formas mais limpas e eficientes de tratamento do couro; e de aumento da escala da produção, especialmente importante para competir em mercados internacionais (GARCIA e MADEIRA, 2007).

Segundo Souza (2010), o setor industrial busca implementar novas tecnologias menos agressivas ao meio ambiente, novos métodos de tratamento de efluentes e resíduos mais eficientes e produtos naturais, biodegradáveis. Vários trabalhos foram e estão sendo desenvolvidos no setor coureiro objetivando a minimização do impacto com essa atividade economista.

2.2 Processo de Curtimento

De acordo com Figueiredo *et al.*, (2000), curtir peles de animais significa conservar e esse processo consiste em retirar alguns elementos que compõem a pele. Isto ocorre por meio da utilização de substâncias orgânicas

e/ou inorgânicas. Os principais processos de curtimento são classificados de acordo com o agente curtente: 1) gorduras; 2) substâncias vegetais e 3) sais de metais.

Para curtimento tanto com substâncias vegetais, quanto com o uso dos sais de metais, os dois processos consistem em retirar a epiderme ou queratina (pêlo e unhas) e a hipoderme (glândulas de gordura), para deixar apenas a derme ou colágeno (fibras). Os espaços vazios deixados pela epiderme e hipoderme são ocupados pelos agentes curtentes, que transformam a pele em couro (FIGUEIREDO *et al.*, 2000).

Adzet (1985) cita os agentes curtentes orgânicos como: extratos vegetais, sintans (orgânicos sintéticos), aldeídos, quinonas, parafinas sulfocloradas, resinas e óleos. E os agentes inorgânicos como: sais de cromo, sais de zircônico, sais de alumínio, sais de silício, polifosfatos, sais de titânio e sais de ferro.

Para Claas e Maia (1994), a transformação das peles, em couro pode ser classificada nas etapas a seguir: (a) a conservação das peles: para evitar a autólise e a decomposição por microorganismos, seja por salga ou congelada; (b) as etapas da ribeira, com objetivo de limpar e eliminar todos os elementos que compõem a pele e que não farão parte do couro; (c) o curtimento, a pele após estar limpa e isenta de alguns componentes é submetida a reações com diferentes produtos, denominados agentes curtentes; (d) o acabamento final: são operações que se seguem ao curtimento, aí incluídos a neutralização, recurtimento, tingimento e engraxe, e todas as operações de acabamento final, amaciamento e lixamento.

A conservação da pele ocorre desde o abate, uma vez que logo após a retirada da pele do animal inicia-se o processo de decomposição, através do ataque bacteriano. É empregada para conservar as peles a desidratação da pele (secagem, salga, salmouragem), ou métodos que atacam as bactérias (uso de agentes bactericidas) (HOINACKI, 1989).

Segundo Figueiredo *et al.*, (2000), os processos de fabricação de couro utilizados no setor são constituídos por uma série de operações e processos seqüenciais e que visam preparar a pele para o processamento e conferir-lhe as características finais após o curtimento. O autor enfatiza que os processos

típicos de curtimento dividem-se em várias etapas, podendo as empresas que operam no setor realizá-las todas ou atuar em algumas delas. Primeiramente, deve-se ter atenção especial durante a limpeza das peles, removendo toda a carne contida entre o tecido e as fibras. Esta etapa inicial garante um melhor resultado final. Nas operações de curtimento é utilizado como principal equipamento, o fulão.

Na recepção das peles é feita com a separação das matérias-primas, seja por espécie ou por tamanho; A lavagem: as peles são colocadas no fulão (caixa ou um tambor cilíndrico de madeira ou alumínio, com diferente capacidade, acionada por motor que gira constantemente, conforme o tempo desejado, onde as peles são mergulhadas em soluções, proporcionando que os produtos químicos penetrem no interior das peles com maior eficácia) para retirar a parte gordurosa das peles, e a partir desses processos as peles são colocadas de molho para eliminação das impurezas e repor o teor de água (FIGUEIREDO *et al.*, 2000).

Os processos físicos ou operações mecânicas, de modo geral, são realizados em máquinas específicas para cada operação (GONÇALVES, 2007).

De acordo com Jacinto (1996), durante o processo de curtimento, as principais etapas químicas são denominadas de caleiro, desencalagem, purga, desengraxe, piquelagem, curtimento, neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe e acabamento e às etapas mecânicas de descarne, divisão, enxugamento, rebaixamento, estiramento, vácuo, lixamento, amaciamento, prensagem e medição.

Segundo Hoinacki (1994), o descarne uma etapa mecânica que tem por finalidade eliminar a parte inferior das peles, a hipoderme, que é rica em gorduras e pode prejudicar o curtimento. Além das etapas acima é acrescentado o remolho um processo químico no qual se reidrata as peles e eliminam-se impurezas que se encontra na pele. A principal substância é a água, mas existem diversos auxiliares, tais como, tensoativos, enzimas e produtos alcalinos, que favorecem a hidratação, reduzindo o tempo de processo. O uso de bactericidas e fungicidas serve para impedir o desenvolvimento de microorganismos.

No caleiro, a camada epidérmica é eliminada da derme, com os pêlos ou a lã, conforme o caso, por meio da destruição das pontes de dissulfeto que unem duas cistinas, principal constituinte da queratina (MOREIRA, 1994). No curtimento de peles de peixes ocorre a remoção das escamas, não sendo necessário para peixes lisos (bagres), ocasionando a abertura das fibras e agindo sobre as gorduras (REBELO, 2001). Nessa etapa de caleiro ocorre o afrouxamento da estrutura fibrosa do colágeno com o objetivo de prepará-la para os processos de curtimento. As peles são tratadas com hidróxido de cálcio (cal), sulfeto de sódio, amins e enzimas (SHARPHOUSE, 1971).

No tratamento com produtos alcalinos é observado o intumescimento das peles, importante para as operações mecânicas de descarne e divisão. No descarne, é eliminada a hipoderme, camada subjacente à derme, constituída de tecido muscular e adiposo (BELAVSKY, 1965).

Na desencalagem, acontece a eliminação da cal que está quimicamente ligada ao colágeno, na forma de sais solúveis formados na reação com produtos químicos amoniacais ou ácidos não-intumescentes, preparando a pele para etapa seguinte (THORSTENSEN, 1976). Possuem a ação de remover os agentes alcalinos e não é utilizado para o curtimento de peixes lisos (REBELO, 2001). É um processo químico que remove cálcio e neutraliza o pH. O cálcio deve ser completamente eliminado da pele, pois causa inúmeros problemas nas etapas posteriores, dificultando o atravessamento de curtentes, recurtentes e corantes. Os desencalantes são ácidos fracos, sais de amônio (cloreto e sulfato de amônio), sais ácidos (bissulfito de sódio) e dióxido de carbono (HOINACKI, 1994).

Na operação da purga, ocorre a eliminação das substâncias queratinas e restos de gorduras (FIGUEIREDO *et al.*, 2000). As peles são tratadas com enzimas proteolíticas visando à limpeza da estrutura fibrosa (colágeno), atuando sobre as proteínas globulares, glândulas, gorduras naturais e componentes queratínicos degradados no caleiro (ESCUADERO, 1985). A enzima da purga tem seu melhor desempenho em pH e temperatura do banho, específicos, dependendo da sua origem e concentração (JACINTO *et al.*, 2005). Para Hoinacki (1994) é um tratamento enzimático da pele, com o objetivo de limpeza da estrutura fibrosa. Utilizam-se enzimas proteolíticas de

fonte pancreática ou microbiana, que atuarão sobre os materiais queratinosos degradados (restos de epiderme), sobre as gorduras e sobre o material interfibrilar.

Na etapa do píquiel ou piquelagem as peles são preparadas para receberem os agentes curtentes que podem ser inorgânicos de origem mineral, ou orgânicos de origem vegetal, sintéticos, e aldeídos. Consiste basicamente de um tratamento com sal (cloreto de sódio) e ácidos (os mais usuais são o ácido fórmico e o ácido sulfúrico). O sal é adicionado para controlar o intumescimento da pele. Com a queda de pH, ocorre a interrupção definitiva da purga e uma complementação da desencalagem (HOINACKI, 1989). De acordo com o Thorstensen (1976) no píquiel, além da água utilizada, são adicionados ácidos orgânicos e inorgânicos e cloreto de sódio, na concentração mínima de 6° Baumè com a função de inibir o intumescimento da estrutura fibrosa, pois o pH elevado na faixa ácida tem a capacidade de intumescer a pele. Para o curtimento ao cromo, o pH da pele no píquiel é condicionado entre 2,5-2,8, enquanto que para extratos vegetais (taninos) o pH é ajustado entre 4,2 e 4,5. A pele piquelada pode ser armazenada por 3 a 6 meses, quando devidamente estocada e protegida contra o ataque de microorganismos e não sofrem ataque bacteriano devido ao seu pH baixo e à alta concentração salina (FLORES, 1998).

No curtimento é a etapa mais importante, as peles são imersas em produtos químicos (substâncias curtentes) para garantir a qualidade do processo (FIGUEIREDO *et al.*, 2000). O agente curtente que irá transformar as pele em couro, material estável e imputrescível (HOINACKI, 1989). Gutteres (2007) ressalta que esse processamento ocorre em dois estágios, às moléculas de tanino difundem para o interior da pele para os sítios onde elas, em segundo estágio, serão fixadas. Segundo Jacinto e colaboradores (2005), finalizando o curtimento, o couro não deve retrair quando inserido em água a temperatura de 80 a 90 °C. Isto indica que foi incorporada e combinada com o colágeno a quantidade adequada de curtente. No final do curtimento ao cromo, os couros recebem a denominação de *wet blue*, pois apresentam a cor azul. São armazenados por longos períodos, além de receber fungicidas e mantidos hidratados. Os curtentes vegetais, depois dos sais de cromo, são os

mais utilizados no curtimento, destacando-se o tanino de acácia (ou mimosa), do qual o Brasil é o segundo maior fornecedor mundial. Os couros curtidos ao tanino apresentam baixa solidez à luz, e temperatura de retração entre 75-80°C, têm elevada absorção de água e abrem o brilho facilmente quando escovados (GONÇALVES, 2007).

Antes da neutralização e recurtimento os couros passam pelo processo de rebaixamento com o objetivo de adequar as dimensões e melhor absorver os agentes curtentes (REBELO, 2001). Para Soler *et al.*, (1992), os couros necessitam ser enxugados e rebaixados para a espessura adequada solicitado pelo mercado e classificados quanto à ocorrência de defeitos.

A neutralização é o processo que torna as peles mais encorpadas e tem como objetivo principal retirar o excesso de ácidos presentes no couro utiliza substâncias como formiato de sódio e cálcio (FIGUEIREDO *et al.*, 2000). Denominado também de desacidificação, para o pH ser adequado à penetração e fixação dos produtos de recurtimento (SOLER *et al.*, 1992). É o processo que visa diminuir o caráter catiônico do couro curtido ao cromo, através da neutralização dos ácidos livres, da aproximação do pH ao ponto isoelétrico e da complexação dos sais de cromo (MOREIRA e TEIXEIRA, 2003)

O recurtimento vai definir as características físico-mecânicas, como maciez, elasticidade, enchimento e algumas características de toque e tamanho de poro (abertura do folículo piloso). No mesmo banho de recurtimento ou em um novo banho, os couros podem ser tingidos com corantes aniônicos ou catiônicos dependendo do pH do substrato e do efeito desejado (JACINTO, 2000). Segundo Figueiredo *et al.*, (2000) o recurtimento corrige os defeitos, hidrata a pele e ajusta o pH, melhorando a qualidade do couro. Segundo Flores (1998), nessa etapa são definidas as principais características do artigo desejado. Com o objetivo de obter algumas propriedades: enchimento; firmeza da flor; boa tingibilidade; melhoramento das propriedades físicas; maciez; lixabilidade e estampagem; lisura dos poros; alvejamento; facilidade de acabamento.

A etapa do engraxe tem por finalidade incorporar substâncias lubrificantes no couro proporcionando a maciez e evitando que fique quebradiço. Os lubrificantes mantêm as fibras do couro separadas e

permitem o deslizamento de umas sobre as outras (PORÉ, 1974). O processo de engraxe permite aumentar a resistência ao rasgamento (BOCCONE *et al.*, 1987). Os óleos são aplicados ao couro na forma de emulsão a 60° C. Para fixar os óleos ao couro, são utilizadas substâncias de caráter catiônico (REBELO, 2001).

A secagem do couro deverá ser realizada em área apropriada para a remoção da umidade (FIGUEIREDO *et al.*, 2000). Os couros são estirados e submetidos ao vácuo para a eliminação do excesso de água, e secos naturalmente no ambiente interno do curtume ou na estufa (JACINTO *et al.*, 2005). De acordo com Moreira e Teixeira (2003), a secagem envolve a redução do teor de água no couro, seja de modo natural ou forçado. A secagem reduz a umidade dos couros desde 60% até 15%, em média.

O amaciamento é uma operação mecânica com o objetivo de soltar os feixes de fibras internas, de forma a permitir que estes percam seu estado de aglutinação, característico das etapas de secagem (MOREIRA e TEIXEIRA, 2003).

Com o lixamento são executadas as devidas correções na flor ou no carnal, visando eliminar certos defeitos e melhorar o aspecto do material. O lixamento poderá ser leve, ou profundo, dependendo dos defeitos do couro ou do efeito desejado no mesmo (HOINACKI, 1989).

No acabamento, o couro adquire o seu aspecto definitivo, ganhando brilho, impermeabilidade a água, a solidez a luz, etc. (REBELO, 2001). Finalmente o couro é submetido a aplicação de produtos químicos objetivando melhorar o acabamento, de acordo com o mercado ao qual se destina, bem como é colado em telas especiais, costurado e embalado. operação de amaciamento), amaciados, enviados para o lixamento e, posteriormente, para o acabamento final, com aplicação de resinas e lacas e prensados, para a fixação e apresentação do aspecto definitivo (JACINTO *et al.*, 2005).

No mecanismo de curtimento vegetal, os grupos ácidos dos taninos vegetais podem combinar-se com os grupos básicos do colágeno da pele via pontes de hidrogênio. Ao vegetal, o curtimento reduz a quantidade de moléculas de água que circundam as fibrilas de colágeno (GORDON, 2003).

2.3 *Taninos*

O termo tanino vem do francês *tanin* e são utilizados para uma grande variedade de compostos de unidades monoméricas flavonóides (polifenólicos) naturais (PIZZI, 1993). O uso de taninos em artefatos de couros vem da Antigüidade, considerando que os arqueólogos encontraram artigos em couro datados de 10.000 a.C (ZAMAN e KHAN, 1961), mas somente a partir do final do século XVII que os taninos foram utilizados para esta finalidade de curtimento (POURRAT, 1980).

Segundo Cannas (1999) os taninos apresentam pesos moleculares que podem ir desde 500 até valores superiores a 20.000, são solúveis em água, com exceção de algumas estruturas de peso molecular elevado e apresentam propriedade de se ligarem a proteínas e formarem complexos tanino/proteína que podem ser solúveis ou insolúveis.

Nos vegetais podem ser encontrados em raízes, flores, frutos, folhas, casca e na madeira. Os taninos são substâncias que contribuem para o sabor adstringente em comidas e bebidas. Pesquisas comprovaram que os taninos servem entre várias funções a de proteger as plantas contra os herbívoros e as doenças patogênicas (BERNAYS *et al.*, 1989; HARBONE *et al.*, 1991).

Segundo Reicher *et al.*, (1981), quando encontrado nos tecidos de vegetais tem como principais características a solubilidade em água e a capacidade de ligar-se com proteínas e/ou precipitar proteínas solúveis em água. A concentração de taninos, de acordo com Pereira *et al.*, (1985) e Schönau (1969), cresce da base para o topo das árvores.

Os taninos hidrolisáveis são degradados por hidrólise química ou enzimática nas várias unidades estruturais que os compõem. São constituídos por uma parte polialcoólica (a glucose, o ácido quínico, outros fenóis e glicósidos) e por uma parte fenólica (ácido gálgico) (KHANBABAE *et al.*, 2001). Haslam (1998) descreve que os taninos condensados são polímeros constituídos por duas ou mais unidades de flavan-3-ol. Que quando aquecidos em meio ácido estes compostos originam antocianidinas, daí que também sejam conhecidos por proantocianidinas.

A classe de maior uso tem sido os taninos condensáveis, os quais representam 90% da produção mundial de taninos comerciais, estes perfazem, aproximadamente, a metade da matéria seca da casca de muitas árvores, eles constituem a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal. Além de serem antioxidantes, possuem larga aplicação na complexação com proteínas, daí sua aplicação na indústria de couros (HAGERMAN *et al.*, 1997; ARGYROPOULOS, 1999; GUANGCHENG *et al.*, 1991).

Os taninos têm a propriedade de formar complexos com proteínas e certos polióis isso explica a sua ação sobre o colágeno, na transformação da pele dos animais, facilmente putrescível conferindo-lhe resistência ao apodrecimento (GONÇALVES e LELIS, 2001).

Segundo Moreira e Teixeira (2003), os constituintes mais característicos dos taninos são os fenóis, que apresentam os grupos hidroxila (OH-) ligados a anéis benzênicos. Apresentam caráter coloidal e exibem grandes diferenças no tamanho das partículas. A ação curtente, ou seja, a sua afinidade para ligar-se com a proteína colagênica depende de sua massa molecular e do número de hidroxilas fenólicas. Estes polifenóis apresentam massa molecular entre 500 e 3000, com valores médios de 1100 – 1200.

O tanino é extraído dos vegetais por diversos solventes tais como água, acetona, etanol ou por soluções aquosas com alguns sais como sulfito de sódio, carbonato de sódio, entre outros, sendo a afinidade definida de acordo com as organizações moleculares espelhadas pelas classes. Caracterizações químicas em diversas cascas de árvores têm mostrado que a quantidade de tanino pode atingir até 40% em massa seca (GUPTA, 1981).

Na extração dos taninos, além dos tanantes encontram-se os não tanantes, estruturas de menor massa molecular (menor do que 500) que difundem para o interior do couro mais rapidamente que os tanantes aumentando os espaços capilares e abrindo caminho para penetração dos tanantes. Além de tanantes possuem também, entre os não tanantes, sais como sulfatos, cloretos, formiatos, açúcares, lignina, entre outros. (MOREIRA e TEIXEIRA, 2003).

O constante aprimoramento no desenvolvimento de produtos derivados da casca da acácia negra, o tanino de mimosa, tem gerado resultados

inovadores para o setor coureiro. O extrato de mimosa convencional é versátil, com características próprias, como uma coloração naturalmente clara, baixo conteúdo de ácidos e sais, baixa viscosidade e pH natural entre 4,0 e 5,0. Confere ao couro características de estabilidade a hidrólise e a eletrólitos, boa resistência a sais de ferro, rápida penetração e são estáveis a ação de microorganismos (LAMB *et al.*, 2005).

A espécie acácia negra é a mais explorada comercialmente, o teor de taninos em base seca para sua casca é de 27%. O uso da acácia negra para extração de taninos esta relacionada não só a concentração da substância na casca como também a qualidade do tanino extraído (SILVA, 2002; BRÍGIDA e ROSA, 2003).

Os taninos encontram-se numa grande diversidade de plantas, esta substância é utilizada na medicina como remédios pra diversas doenças, nas indústrias, de fabricação de tintas e no curtimento de peles de animais, (HASLAM, 1996). Os taninos são usados também no tingimento de tecidos e na indústria alimentar para clarificar vinho, a cerveja e os sumos de fruta. Os taninos são empregados nas indústrias antioxidante e como coagulantes na produção da borracha (MAESTRI, 1992). Com tanta utilização são necessárias pesquisas que busquem novas espécies como alternativas para obtenção de taninos.

Experimentos desenvolvidos na Coordenação de Pesquisas em Tecnologia do Alimento – CPTA do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, com diferentes extratos vegetais foram estudados entre eles cacauarana (*Theobroma microcarpum* Mart) e crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot) que foram selecionados em função dos respectivos teores de antocianinas totais e pigmentos solúveis em água para o tingimento do couro de matrinxã deixando uma coloração do lilás claro ao escuro e do vermelho-púrpura ao vinho, respectivamente (MELO, 2007).

2.4 Couro

Atualmente é observado o crescimento do uso de materiais ecologicamente corretos nas indústrias do couro o que tem aumentado a

demanda por taninos vegetais, que são considerados um dos poucos materiais ecologicamente corretos causando o mínimo de problemas de poluição/efluentes. Os efluentes gerados utilizando esses produtos no processo são biodegradáveis (NAZIR, 2005).

Os couros quando curtidos com taninos vegetais são denominados atanados e os curtidos com sais de cromo denominam-se “wet-blue”. Os couros pré ou curtidos com produtos que lhes confirmam coloração branca pelo curtimento são denominados "wet-white" (MOREIRA e TEIXEIRA, 2003).

O couro é um produto natural proveniente da pele animal, industrialmente modificado e transformado para evitar sua putrefação. As características mecânicas, químicas, estéticas e de manuseio o transformam em um material único devido à proteína fibrosa colágeno que forma a estrutura mais importante desse material (BUDRUGEAC *et al.*, 2003). Para Pacheco (2005), o couro é uma pele animal que passou por processos de limpeza, de estabilização (dada pelo curtimento) e de acabamento, onde serão produzidos os calçados, peças de vestuário, revestimentos de mobília e de estofamentos de automóveis, bem como de outros artigos menores.

O couro é um artigo de uso versátil, se fazendo presente em vários setores como: automotivo, moveleiro, vestuário, na indústria do calçado e de artefatos. A demanda por este produto no mundo ocorre sempre em produtos de alto valor comercial (CICB, 2005).

Observando o fluxo produtivo, o couro (bovinos) salgado é fornecido pelos frigoríficos aos curtumes, que podem processá-lo total (couros acabados) ou parcialmente (*wet blue* ou semi-acabados - *crust*). Os curtumes, por sua vez, abastecem as empresas nacionais - tendo destaque a indústria de artigos de couro e, sobretudo, a de calçados – assim como o mercado externo (SEBRAE, 2005).

De acordo com a sua utilização o couro deve atender determinados requisitos. Os processos são controlados mediante análises de quantidades e qualidade dos insumos químicos, água utilizada, parâmetros de concentração nos banhos aquosos de tratamento, regulagem e ajuste dos equipamentos, temperaturas aplicadas, etc. Além disso, são avaliados por meio de testes práticos e medidas analíticas durante e ao final dos processos. Amostras

podem ainda passar por análises químicas, físicas e físico-mecânicas seguindo metodologias de análises e ensaios que seguem normas específicas para couros. O couro é analisado em toda a sua extensão e espessura ou apenas quanto às propriedades de superfície (GUTTERRES, 2005).

A produção do couro, a partir das peles residuais de pescados representa uma fonte alternativa de renda que pode servir de matéria prima para a fabricação de bolsas, carteiras, cintos, porta níquel e inúmeros artefatos. O desenho exótico das peles de peixes, após curtimento, compensa o seu reduzido tamanho e dificilmente pode ser imitado por chapas de impressão sobre outros couros além de impedir a falsificação desse tipo de produto (SOUZA, 2003).

Segundo Gutterres (2006), a produção de couros, experimenta muitas mudanças quanto a inovações em tecnologias de processos, demandas de produtos, exigências de qualidade e alternativa de produção com sustentabilidades, acompanhando e inserindo-se nos cenários de competitividade e produção industrial atual.

Gutterres (2005) relata que na prática, muitas vezes a obtenção de um couro para uso em determinado artigo final requer um grande número de acertos no seu processamento na tentativa de alcançar a qualidade desejada. Nem sempre os fenômenos que de fato ocorrem são bem compreendidos, nem encontra-se justificativa. Assim é útil analisar a estrutura do couro também com outros métodos especiais que não medem diretamente as propriedades de uso, mas que esclarecem o que ocorre internamente na estrutura.

A produção de artigos manufaturados de couro, principalmente o de calçados vem crescendo, a medida que se observa o crescimento demográfico, o nível de exigência do consumidor e seu acesso ao consumo (GUTTERRES, 2006).

Para Gutterres e Osório (2005), o couro deve atender determinados requisitos, de acordo com a sua utilização. O controle de qualidade em curtume é realizado avaliando-se as condições de execução de cada etapa (produtos químicos, água utilizada, concentração dos banhos, equipamentos, temperatura, pH, etc.) e a qualidade final dos couros. Amostras de couros passam por análises químicas, físicas e físico-mecânicas seguindo

metodologias de análises e ensaios que seguem normas específicas para couros.

2.5 Teste de Resistência

Os testes de resistência têm por objetivo realizar ensaios seguindo normas nacionais para garantir às empresas do setor de confecção, produtos com a qualidade garantida para a satisfação dos seus clientes.

Os ensaios físicos, mecânicos e químicos consistem em verificar e garantir a qualidade das empresas, visando à implantação e manutenção do controle da qualidade do produto (MARANHÃO, 1993).

Da mesma forma que nas peles, são necessários estudos no couro, principalmente através dos ensaios físico-mecânicos que irão determinar o potencial de utilização desta matéria-prima pela indústria (OLIVEIRA, 2006). Segundo Adeodato (1995), a pele de peixe, em uma mesma espessura, fornece um couro mais resistente que o de bovino, devido à forma de disposição e entrelaçamento das fibras colágenas.

A resistência do couro de peixes poderá ser influenciada por diferentes fatores como: a espécie de peixe, idade ou peso, sentido da pele (transversal ou longitudinal, em relação ao comprimento do peixe), a conservação e o processo de curtimento. Assim como as concentrações de produtos químicos utilizados (óleos, os diversos curtentes, ácidos e enzimas) durante o processo, o tempo e a ação mecânica em cada etapa do processo (VIEIRA, 2008).

No CPTA outros experimentos com peles de diferentes espécies de peixe da região amazônica, demonstraram a viabilidade das mesmas serem transformadas em couro (REBELLO, 2001). Trabalho de dissertação avaliando a resistência das peles de tambaqui e pirarara curtida com substância mineral (sulfato de cromo) e substância vegetal (taninos) apresentou alta resistência, que permite a confecção de diferentes artefatos e vestuários em geral (ROCHA, 2007).

Para Souza (2003) a técnica utilizada durante o processo de curtimento para as peles de tilápia do Nilo afetaram a resistência do couro. Observou ainda que a concentração e tipos de curtentes, a quantidade e tipos de óleos

agem diretamente, no couro, principalmente na determinação da tração do couro.

A arquitetura histológica da pele define a qualidade da resistência do couro do peixe (JUNQUEIRA *et al.*, 1983; SOUZA, 2003). Nas peles de mamíferos em geral, as fibras colágenas são dispostas de modo a formarem um entrelaçamento de fibras com a aparência de rede, resultando em um couro com maior resistência. O conhecimento da estrutura histológica da pele e os testes físico-químicos e físico-mecânicos possibilitam análise completa da qualidade de resistência do couro de peixe.

O maior cliente para o produto couro de peixe é sem dúvida o mercado da moda na fabricação de calçados, relógios, bolsas e acessórios femininos. Apesar das iniciativas econômicas atualmente explorarem de forma artesanal o uso desta matéria-prima, grandes mercados consumidores, altamente qualificados vem buscando de forma agressiva a diferenciação em suas criações através do emprego de materiais alternativos, com apelo sócio-ambiental e ecológico.

Devido a este tipo de apelo, importantes eventos e grifes prestigiada voltam os olhares pra o couro de peixe, tratando-o como uma matéria-prima exótica, exclusiva e por isso valorizada no mercado. A partir do exposto acima temos como objetivo efetuar o processo de curtimento avaliando a resistência físico-mecânica do couro obtido.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Processo de curtimento das peles

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Federal do Amazonas – UFAM com a colaboração da planta-piloto de curtimento de peles na Coordenação de Pesquisas em Tecnologias de Alimentos (CPTA) no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM. Foi efetuado um curtimento a base de tanino vegetal.

A matéria-prima foi capturada nos períodos da cheia e da seca, pelos pescadores artesanais no rio Solimões, Município de Careiro da Várzea, Amazonas e encaminhada ao laboratório. Após o processo de fileteamento (FIGURA 1), foram obtidas as peles *in natura* (FIGURA 2), em seguida armazenadas em sacos plásticos e conservadas (congeladas) em freezer para posteriores análises.



Figura 1. Fileteamento da pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*) Fonte: Rocha, 2010



Figura 2. Desenho da flor da pele Fonte: Rocha, 2010

Para o processo de curtimento, as peles foram submetidas a uma série de etapas de acordo com o padrão de curtimento proposto por Rebello (2001), com adaptações quanto ao tempo de curtimento, o controle do pH em cada processo, a temperatura da água e a quantidade de tanino vegetal utilizado, destacando-se que o processo foi realizado a seco, ou seja com o mínimo de água.

O fluxograma abaixo apresenta as etapas do processo de curtimento das peles de peixes que foram utilizadas neste trabalho. Portanto deve-se ressaltar que para peixes lisos (bagres como a pirarara) certas etapas são eliminadas, diferenciando-se do processo para peles de peixes com escamas. As peles da época da cheia e da seca foram identificadas para processo de curtimento que abrangeu as etapas: descarne, remolho, purga, píquel, curtimento, rebaixar, recurtir, engraxe, secagem, lixar, acabamento e a obtenção do couro representando no fluxograma, conforme figura 3. As quantidades de produtos foram calculadas com base no peso total das peles, com significativa redução de água durante o processo.

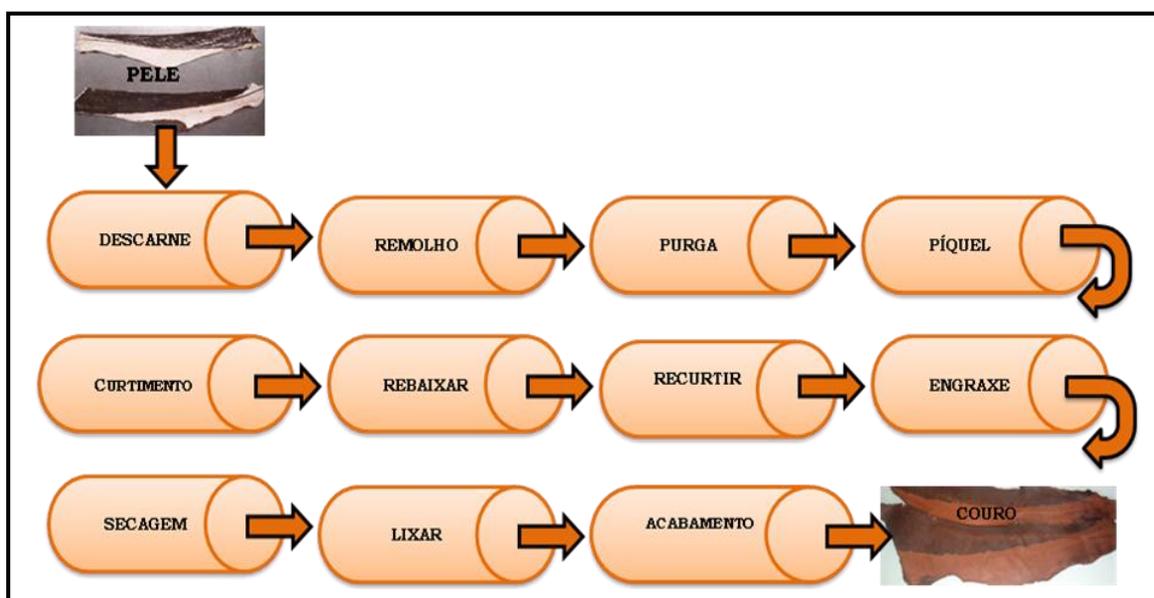


Figura 3. Fluxograma das etapas de curtimento das peles

Durante o processo de curtimento foram utilizados 4 kg de peles (cheia e seca) sendo acrescido de vários produtos, tendo o controle do pH, temperatura da água e tempo de rotação do fulão. A transformação da peles em couro ocorreu praticamente de forma artesanal, com exceção do fulão (Figura 4), da rebaixadeira e uma lixadeira manual. Abaixo o resumo das etapas:

- Descarne foi realizado manualmente após o fileteamento, retirando o excesso de carne e gordura;

- Remolho foi adicionado 200% de água com adição de sal, tensoativo, barrilha e bactericida;
- Purga foi acrescido em um novo banho água, sal e enzimas;
- Píquel foi adicionado água, mistura de ácidos, teste do corte;
- Curtimento foi constituído de tensoativo, óleos e tanino vegetal (Weibull - é um extrato vegetal de Mimosa de coloração clara);
- Rebaixamento após o curtimento os couros são empilhados para escorrer o excesso de água em seguida é realizado o rebaixamento para o melhor resultado do processo seguinte;
- Recurtimento e Engraxe foi realizado com água, óleos e tanino vegetal;
- Lixamento e acabamento foram lixados e amaciados para dar uniformidade ao couro.

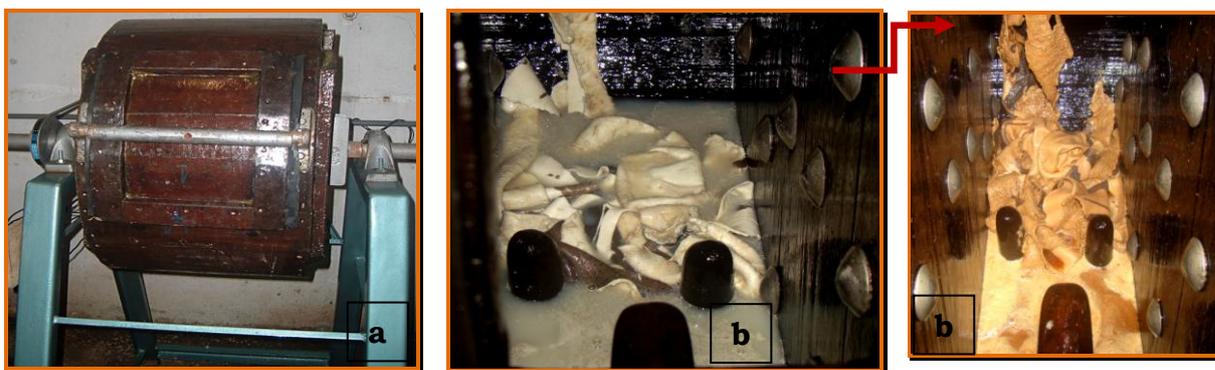


Figura 4. Fulão para curtimento com vista externa (a) e vista interna durante adição dos produtos (b). Fonte: Rocha, 2010

3.2 Teste de resistência do couro de peixes

Os testes físico-mecânicos foram desenvolvidos no Departamento de Engenharia Química do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO), Porto Alegre. Para analisar a resistência foi utilizado o couro da espécie citada no processo de curtimento.

Após o processo de curtimento das peles, os corpos-de-prova foram retirados e acondicionados em dissecador durante 24 horas. As medidas de espessura dos couros foram feitas em três pontos de cada amostra com equipamento e metodologia estabelecidos pelas normas ABNT 11052/2005 e destinaram-se aos cálculos de resistência à tração e ao rasgamento, figura 5.

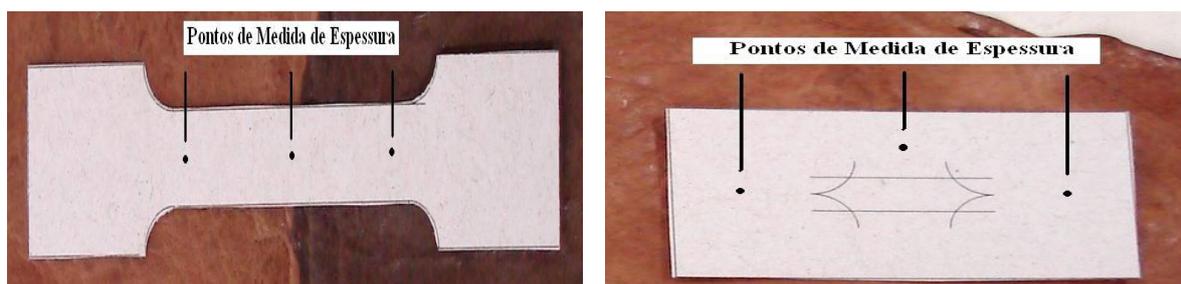


Figura 5. Medidas de espessura a tração e rasgamento, respectivamente.

Os corpos-de-prova, para os ensaios de resistência à tração (N/mm^2) e alongamento (%) foram realizados de acordo com as normas NBR 11041/2012. Foi realizado o teste do rasgamento progressivo (N/mm^2) para avaliar a resistência do couro através do esforço, em direção oposta, no local de uma incisão. Também foi verificada a força máxima (N) aplicada no teste de rasgamento progressivo (FIGURA 6), de acordo com as normas NBR 11055/2005. Os testes foram realizados em Máquina de Ensaio Oswaldo Filizola, Modelo AME - 5kN, figura 7a e através do software DynaView Standard M, que realiza cálculos e gera relatórios automaticamente. Foram retirados os corpos-de-prova (FIGURA 7b) no sentido longitudinal do couro, em relação ao comprimento do corpo do peixe, para as análises de resistência.

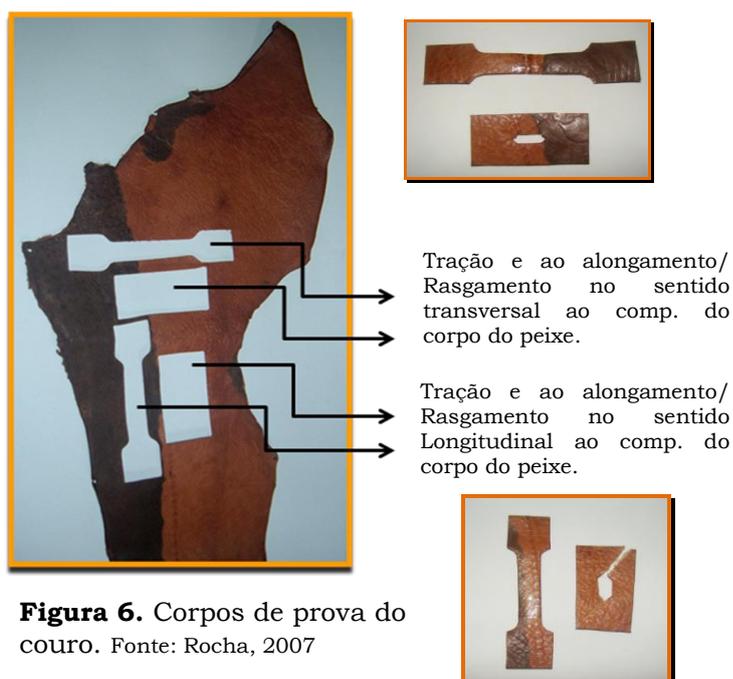


Figura 6. Corpos de prova do couro. Fonte: Rocha, 2007

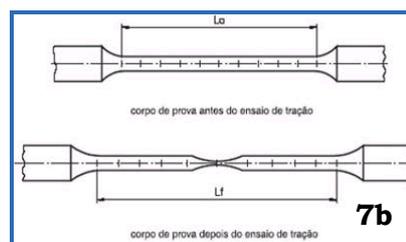
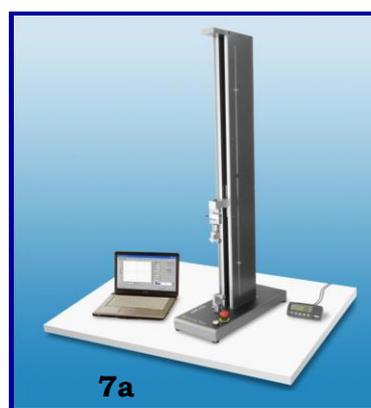


Figura 7. Máquina de Ensaio (a)
Corpos de prova para os testes (b)

O método de determinação da resistência à tração e alongamento, conforme (ABNT NBR 11041, 2012) baseia-se na determinação da força necessária para romper o material e seu alongamento percentual (no ponto de ruptura e por carga específica). A unidade é N/mm^2 , determinada pela divisão da força pela área, e esta foi multiplicada pela largura e espessura do corpo-de-prova. Calcula-se o alongamento de ruptura adotando-se a diferença entre o comprimento inicial e o de ruptura expresso em porcentagem.

3.3 Delimitação experimental

No ensaio foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com um curtimento a base de tanino natural de acácia aproveitando assim o delineamento para avaliar as posições de retirada dos corpos-de-prova nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao comprimento do corpo do peixe, para as espécies estudadas.

3.4 Análise estatística

Os resultados obtidos nos testes físico-mecânicos foram avaliados através da análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. A resistência foi avaliada em função da espessura nos sentidos longitudinal e transversal do couro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fases do curtimento das peles

A indústria coureira no Brasil ao longo do tempo vem se consolidando no mercado nacional e internacional e nos últimos anos o setor vem abrindo novas portas para o mercado de peles exóticas entre elas o couro de peixe em diferentes regiões do país.

A pele é um importante instrumento seja para as grandes ou pequenas industriais do couro (curtume), o manuseio adequado no momento da filetagem é importante, a pele deve apresentar-se sem furos, cortes ou cicatrizes profundas o que desvalorizaria a matéria-prima.

Dos subprodutos provenientes dos peixes destacam-se a pele, que, quando industrialmente ou artesanalmente transformada em couro pode se tornar em um objeto o qual agrega valor, passando assim de um resíduo para uma fonte de renda.

Observando as etapas para a transformação das peles, do descarne ao acabamento, os resultados obtidos estiveram dentro dos padrões de curtimento para peles de peixes. Conforme resultados observados durante as etapas os produtos quando foram adicionados ao fulão permitiu uma melhor maciez, facilitou as reações químicas e evitou mancha ao couro.

Kolling (2005) relata que a pele mal descarnada, o couro torna-se enrugado: devido às diferenças há consistência das fibras, podendo ocorrer o bloqueio da passagem dos curtentes, obrigando a penetração pelo lado da flor (parte superior da pele) o que resulta em uma flor crispada e enrugada. Conforme Souza (2003), na etapa do remolho as fibras colágenas ficam com pouco espaço entre elas.

A pirarara possui qualidades específicas e sua pele apresenta manchas escuras exclusivas da espécie, caracterizando um produto exótico. Não foram observadas diferenças externas quanto ao couro, quando comparada as diferentes épocas sazonais de captura (seca e cheia).

Souza, (2007) descreve que a pele de peixe de escama é um produto de alta qualidade, resistência e de característica peculiar, devido à presença das

lamélulas, local onde as escamas estão inseridas dando a este produto uma característica única.

A utilização de tanino vegetal durante o processamento mostrou que os resultados foram satisfatórios e os valores do pH foram dentro do estabelecido por vários trabalhos, resultado esse que define uma etapa da outra. Sawyer e Mccarthy (1978), define o valor de pH como a atividade do íon hidrogênio e determina a intensidade da condição ácida ou básica de um determinado meio, é o que acontece em cada etapa do curtimento.

A adição do extrato de mimosa na etapa do curtimento e do recurtimento as peles passaram a ser denominadas de couro (FIGURA 8), estabilizou suas proteínas colágenas e tornou as peles imputrescíveis.

Costa (2002) descreve a transformação da pele em couro, por meio das reações iônicas dos grupos fenólicos das substâncias tânicas com os grupos aminas existentes nas cadeias polipeptídicas das fibras da camada dérmica, principalmente o colágeno.



Figura 8. Couro após a etapa de curtimento

Na etapa do engraxe (utilização de óleos) o couro de pirarara apresentou melhor maciez e flexibilidade ficou dentro dos padrões. O óleo funcionou como um lubrificante entre as fibras colágenas.

Conforme Sharphouse (1971) óleos são aplicados para ajudar a manter as peles úmidas, principalmente a água livre encontrada nos espaços entre as fibras, porque os couros ao serem submetidas à secagem, as fibras tendem a encolher devido à perda de água.

Na figura 9, o couro apresentou as qualidades necessárias para a confecção de vários artefatos, além de manter as características da pele e de ser um produto de alto valor econômico no mercado.

Segundo Monsueto (2008) a pele, que teria como destino o lixo, está ganhando novo mercado e transformando-se em um material rentável e com grande padrão de qualidade. Noronha (2001), em termos econômicos é viável a produção de capas de celulares a partir de couro de peixe, devido à boa aceitação desse tipo de produto em todos os mercados.



Figura 9. Aspecto visual do couro de pirarara

O mercado de peles exóticas entre elas a de peixes está cada vez mais em evidencia, sendo reconhecidas nos principais setores da indústria de couro, as peles processadas produzem artigos altamente versátil, desenhos únicos, macios e de excelente resistência. O couro é utilizado para fabricação de diversos produtos: calçados, bolsas, decoração de interiores, bijuterias, agendas, cintos, carteiras, porta moeda, marcadores de texto, etc., (FIGURA 10).

Para Filgueiras (2002), os investimentos para o processamento da pele de peixe tem sido uma excelente alternativa que venha a estimular a geração de empregos e renda, permitindo um aumento de até 30% nos rendimentos obtidos por pescadores, produtores e cooperativas em algumas regiões.

Segundo Souza (2003) o aspecto visual do couro das peles de peixes de escamas desperta muita atenção do público em geral, devido ao desenho formado pelas lamelas de proteção da inserção das escamas. Com relação ao

couro da pirarara não é diferente, já que a espécie possui característica própria a cor da pele.

Os couros exóticos são considerados uma alternativa na busca por novos subprodutos que contribuam para o desenvolvimento sustentável. As técnicas produtivas para o processamento do couro de peixe têm avançado, a partir das exigências do mercado, a valorização do povo regional e ao meio ambiente.



Figura 10. Artefatos em couro de

De acordo com CICB, (2013) é crime no Brasil afirmar que determinado produto é feito em “couro sintético”, “couro legítimo” ou “couro ecológico”. Estas expressões infringem a Lei 4.888, vigente desde 1965, que proíbe a utilização do termo couro em produtos que não tenham sido obtidos exclusivamente de pele animal. Os produtos devem ser identificados apenas como couro.

Vários trabalhos já foram realizados na transformação de peles em couro, das técnicas que comprovam a resistência do couro de peixe, porém, no Estado do Amazonas as peles ainda são desperdiçadas por falta de estrutura física para o aproveitamento integral do pescado, de conhecimento das técnicas e investimento. Informação pessoal, a região do Amazonas, muitas peles são eliminadas pelos frigoríficos nos rios e ainda são usadas como iscas na captura de outras espécies de pescado.

4.2 Teste de resistência do couro

A espessura foi medida em três pontos de cada amostra para o ensaio a resistência a tração e alongamento ficou em média 1,54mm. Para a força de rasgamento progressivo a espessura média foi de 1,57mm. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) da espessura do couro nos sentidos dos cortes para a realização dos testes.

Rocha (2007) realizou curtimento ao tanino e ao cromo e testes de resistência com pele de pirarara e mostrou que ao sentido longitudinal e transversal do couro não apresentou diferença significativa ($p>0,05$), variando em média de 0,75mm a 0,79mm de espessura para o curtimento o tanino e de 0,87mm a 0,98mm para o curtimento ao cromo, valores inferiores ao especificado neste trabalho.

Porém segundo Souza e Silva (2005) os taninos, independente de ser vegetal sintético ou a combinação dos dois, proporcionam uma maior espessura ao couro. São produtos que fazem com que o couro seja mais encorpado e encontraram para os couros da tilápia do Nilo recurtidos a base de taninos uma espessura significativamente ($P<0,01$) apresentando espessura média de (1,30 mm a 1,53 mm), valores estes que estão próximos aos encontrados neste trabalho.

Segundo Fockink *et al.*, (2010), os valores de espessura observados na pele de tilápia do Nilo encontrados para o sentido longitudinal foram ($0,99 \pm 0,16$ mm). Outros autores como Franco *et al.*, (2009), encontraram um valor inferior (0,68 mm), sentido longitudinal na mesma espécie, no entanto, utilizando como agente curtente o cromo. Valores inferiores aos deste

trabalho, porém vale ressaltar que neste trabalho as espécies são diferentes (peixes de escama e liso), além de ser curtentes diferentes.

De acordo com Souza *et al.*, (2004) que realizou testes de resistência com carpa espelho a espessura variou de 0,68 a 0,71mm para os corpos-de-prova provenientes do curtimento com cromo, e espessura de 0,64 a 0,70mm para os corpos-de-prova de curtimento *bioleather*.

Para os testes de resistência dos couros de pirarara, a análise de variância dos resultados obtidos nos ensaios físico-mecânicos de tração alongamento e do rasgamento progressivo está apresentada na Tabela 1. A resistência ao rasgo foi menor no período da cheia (55,63 N/mm) comparado ao período da seca (69,86 N/mm) e a força máxima também foi maior na cheia (80,20 N) em relação à seca (97,17 N). Não houve diferença significativa nos testes a tração e alongamento nos corpos-de-prova dos couros de pirarara analisados entre os períodos sazonais.

Segundo Rocha (2007), ao realizar testes de resistência com couro de pirarara os valores de rasgamento foram maiores para as peles curtidas com tanino (67,96 N/mm) em relação ao curtimento ao cromo (58,14 N/mm). Estes resultados estão próximos ao encontrado neste trabalho onde o curtimento ao tanino na cheia foi de (55,63 N/mm) e na seca (69,86 N/mm). A mesma autora encontrou no curtimento ao tanino e ao cromo a resistência a tração nos valores de (22,36 e 19,79 N/mm²), respectivamente, valores semelhantes ao encontrado nesta pesquisa. O curtimento da pele de pirarara, Rocha (2007) encontrou para alongação com tanino (51,50%) e ao cromo (79,85%). Os valores estão superiores ao encontrado neste trabalho.

De acordo com Hoinacki (1989), os valores de referência da resistência do couro bovino curtido ao cromo, baseados nos Niveles de Calidad Aceptables en La Indústria del Cuero de Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (1976), para alongação ou alongamento até a ruptura, são de, no mínimo, 60%; para a tração, no mínimo, 9,80 N mm⁻²; para o rasgamento progressivo, 14,72 N mm⁻¹.

Vieira *et al.*, (2008) trabalharam com tanino vegetal nos couros de tilápia do Nilo que apresentaram maior resistência à tração (10,45 N mm⁻²). E os couros curtidos com taninos sintéticos, apresentaram menor resistência à

tração (8,65 N mm⁻²). Nos resultados para os testes com pirarara, os valores de tração foram superiores com relação à tilapia do Nilo.

Tabela 1. Médias dos resultados dos testes de resistência do couro de pirarara (*Phractocephalus hemioliopturus*), submetida ao curtimento com tanino vegetal, utilizando épocas sazonais (cheia e seca) dos rios Amazônicos.

ESTAÇÃO	Tração e alongamento			Rasgamento	
	Força máxima (N)	Tensão máxima (N/mm ²)	Alongamento na ruptura (%)	Resistência ao rasgo (N/mm)	Força máxima (N)
CHEIA	311,35 ± 55,92	20,64 ± 3,04	38,73 ± 5,32	55,63 ± 12,92	80,20 ± 20,51
SECA	305,42 ± 97,92	19,18 ± 4,58	35,17 ± 8,81	69,86 ± 29,10	97,17 ± 45,60
Teste F	3,0661	2,2638	2,7431	5,0740	4,9443
Teste F (p)	0,0762	0,1912	0,1088	0,0121*	0,0134*
Teste t (p)	0,8570	0,3673	0,2442	0,1422	0,2578

* significativo (p < 0,05)

A BASF, (2005) usa como exigência de qualidade estabelecida para alguns tipos de couro utilizado para vestuário o valor de 12 N/mm² para resistência à tração, o que valoriza os couros de pirarara que apresentam resistência dentro do recomendado para confecção de vestuário.

Já Vademécum (2004), relata que os valores de referência para os ensaios físicos-mecânicos do controle da qualidade intrínseca do couro para calçados a resistência ao rasgamento (N/mm) e a resistência à tração (N/mm²) deverá ser de >40 e >20, respectivamente. E ao couro para estofamento usa >50 e >27,5 para as mesmas análises.

Prado (2011) ao realizar testes de tração/alongamento e o rasgamento progressivo dos couros de surubim quando adicionados em cinco diferentes níveis de óleos no engraxe observou que os valores de resistência ao rasgo variaram de (34,20 a 77,75 N/mm) e a força máxima variaram de (31,33 a 65,37 N), já a tração (17,02 a 26,53 N/mm²) e o alongamento (47,08 a 48,60 %). Estes valores estão em conformidade com os deste trabalho.

Conforme Gutterres (2001), a técnica de curtimento pode influenciar nos resultados da resistência da matéria-prima transformada em couro. A concentração e tipos de curtentes, a quantidade e tipos de óleos, adicionados na etapa do engraxe agem diretamente no couro. As características físico-

mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por proporcionar uma maior resistência ao rasgamento.

Na Tabela 2 estão expressas as médias dos testes de resistência do couro de pirarara nos sentidos de cortes do couro no período sazonal da cheia com relação à tração e alongamento (carga, tração e alongamento) e rasgamento progressivo (rasgo) comprovaram que não houve efeito significativo quanto ao sentido de corte do couro ($p > 0,05$) quando curtida ao tanino. Observamos apenas diferença entre a força máxima do rasgamento para o sentido transversal no valor de (83,77 N) com relação à longitudinal (76,63 N).

Segundo Oliveira e Souza (2006) obtiveram para resistência do couro de Tilápia do Nilo curtida com diferentes % de tanino vegetal valores para tração, no sentido longitudinal que variaram de (12, 22 a 18,62 N/mm²) e no sentido transversal (11,42 a 41,66 N/mm²). Valores estes próximos ao encontrado neste trabalho e de acordo com o recomendado para artigos de vestuários.

Tabela 2. Médias dos resultados dos testes de resistência do couro de pirarara (*Phractocephalus hemioliopturus*) em dois sentidos de cortes do couro curtidos ao tanino vegetal na época sazonal da cheia nos rios da região Amazônica.

CHEIA	Tração e alongamento			Rasgamento	
	Força máxima (N)	Tensão máxima (N/mm ²)	Alongamento na ruptura (%)	Resistência ao rasgo (N/mm)	Força máxima (N)
Longitudinal	309,20 ± 58,47	21,60 ± 2,81	35,84 ± 4,79	53,43 ± 6,97	76,63 ± 5,55
Transversal	313,50 ± 58,75	19,68 ± 3,21	41,62 ± 4,39	57,83 ± 17,52	83,77 ± 29,39
Teste F	1,0095	1,3071	1,1881	6,3182	28,0888
Teste F (p)	0,9920	0,7760	0,8546	0,0643	0,0023*
Teste t (p)	0,9014	0,2963	0,0545	0,5801	0,5829

* significativo ($p < 0,05$)

Na tabela 3, são apresentados os valores da tração e alongamento, assim como os testes para o rasgamento nos sentidos do corte longitudinal e transversal no período da seca. A análise dos resultados desses testes mostra que não houve diferença significativa de resistência entre os sentidos longitudinal e transversal. Os maiores valores foram para a tensão (20,50

N/mm²) no sentido transversal e resistência ao rasgo (70,95 N/mm) no sentido longitudinal.

Segundo Godoy *et al.*, (2010) encontraram no couro de tilápia vermelha no sentido longitudinal ao comprimento do animal, a tração de ruptura foi de 14,20N/mm², o alongamento de 80,8%, e o rasgo 18,6N/mm. No sentido transversal, esses valores foram, respectivamente, 25,89N/mm², 62,6% e 21,9N/mm. Os resultados para pirarara ficaram superiores aos testes a tração e ao rasgo e inferiores ao alongamento.

Tabela 3. Médias dos resultados dos testes de resistência do couro de pirarara (*Phractocephalus hemioliopturus*) em dois sentidos de cortes do couro curtidos ao tanino vegetal na época sazonal da seca nos rios da região Amazônica.

SECA	Tração e alongamento			Rasgamento	
	Força máxima (N)	Tensão máxima (N/mm ²)	Alongamento na ruptura (%)	Resistência ao rasgo (N/mm)	Força máxima (N)
Longitudinal	253,93 ± 61,13	17,86 ± 4,50	30,73 ± 5,46	70,95 ± 20,25	97,60 ± 39,42
Transversal	356,90 ± 104,87	20,50 ± 4,65	39,62 ± 9,68	68,76 ± 38,08	96,73 ± 54,96
Teste F	2,9437	1,0697	3,1413	3,5357	1,9432
Teste F (p)	0,2611	0,9429	0,2347	0,1920	0,4835
Teste t (p)	0,0644	0,3424	0,0786	0,9037	0,9756

* significativo (p < 0,05)

Jacinto *et al.*, (2005), ao realizarem testes de resistência com couros de novilhas do Pantanal Sul Mato Grossense, apresentando espessura no sentido longitudinal de 1,68 mm e 2,01 mm na transversal, obtiveram resistência à tração de 20,13 N/mm² e 14,14 N/mm², respectivamente. Já para o alongamento encontrou no sentido long. 38% e no trans. 39%. Para resistência ao rasgamento (N/mm) valores de 62,43 e 68,36, nos mesmos sentidos. Valores estes próximos ou inferiores aos encontrado para pirarara.

Na Tabela 4, podem-se observar os resultados da análise de resistência do couro de pirarara no sentido longitudinal e transversal no período de cheia e seca dos rios amazônicos. Observou-se que não houve diferença significativa no corte longitudinal com relação à tração (19,73 N/mm²) e a resistência ao rasgo (62,19 N/mm) e ao corte transversal (20,09 N/mm²) e (63,30 N/mm), respectivamente. Houve diferença significativa com

relação ao alongamento na ruptura a melhor resistência foi para o sentido transversal (40,62%) em relação ao longitudinal (33,29%).

Para Souza *et al.*, (2004) que analisaram técnicas de recurtimento para peles de tilápia-do-Nilo, utilizando cromo e taninos, sendo analisadas no sentido longitudinal. Para o teste de tração e rasgamento, os autores não observaram diferença entre os tratamentos que foram: T1= (10,32 N mm⁻² e (12,50N mm⁻¹); T2= (9,27 N mm⁻² e 10,27 N mm⁻¹); T3= (8,9 N mm⁻² e 11,24 N mm⁻¹), respectivamente. Esses valores foram abaixo dos obtidos neste experimento.

De acordo com Souza *et al.*, (2003) os testes de resistência do couro do Pacu curtido ao cromo apresentaram valores inferior para tensão (5,83 e 13,81 N/mm²) e ao rasgo (15,66 e 13,85 N/mm) nos sentidos longitudinal e transversal, respectivamente. Valores estes inferiores ao encontrado neste experimento. No entanto os valores do alongamento (52,20% Longitudinal e 76,98% Transversal) são valores superiores ao deste trabalho, porém não desvalorizando a qualidade e resistência dos couros de pirarara.

Segundo Fockink *et al.*, (2010), ao realizarem testes de resistência na pele de tilápia do Nilo os resultados para tração e alongamento foram no sentido longitudinal (10,87 N/mm²) e (94,46 %) e no transversal (20,94 N/mm²) e (75,23%), respectivamente. Os valores de tração são inferiores aos resultados do presente trabalho, porém o inverso para os percentuais do alongamento na ruptura.

Os mesmos autores obtiveram resultados para rasgamento no sentido longitudinal (54,13 N/mm) e o transversal (58,62 N/mm), valores estes similares ao encontro em nosso experimento, no entanto, observando que são espécies diferentes.

Tabela 4. Resultado do teste F e valor de p resultante do teste F comparando estimativas dos parâmetros de resistência nas direções longitudinal e transversal dos dois período sazonais (cheia e seca) do couro curtido com tanino vegetal.

Cheia e Seca	Tração e alongamento			Rasgamento	
	Força máxima (N)	Tensão máxima (N/mm ²)	Alongamento na ruptura (%)	Resistência ao rasgo (N/mm)	Força máxima (N)
Longitudinal	281,57 ± 63,92	19,73 ± 4,07	33,29 ± 5,58	62,19 ± 17,09	87,12 ± 28,99
Transversal	335,20 ± 84,15	20,09 ± 3,83	40,62 ± 7,24	63,30 ± 28,83	90,25 ± 42,56
Teste F	1,7335	1,1282	1,6860	2,8444	2,1555
Teste F (p)	0,3754	0,8450	0,3997	0,0971	0,2185
Teste t (p)	0,0926	0,8262	0,0109 *	0,9099	0,8350

* significativo ($p < 0,05$)

Dados da literatura demonstram que os valores obtidos neste estudo são superiores quando comparados com Vademécum (2004), que estabelece um valor mínimo de 35 N/mm. Hoinacki (1989) determina que a resistência ao rasgo deva ser de no mínimo 14,72 N/mm.

Souza (2004) relata que são diferentes fatores que podem influenciar na resistência do couro do peixe, entre eles citado por outros autores está tipo de peixes, as técnicas aplicadas no curtimento, recurtimento e engraxe, a estrutura histológica de cada pele, o sentido longitudinal e transversal do couro (Pederzoli *et al.*, 1995; Machado *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2003; Buccini, 2004; Kozuki *et al.*, 2004).

Maranhão (1993) preconiza que os ensaios físicos, mecânicos e químicos consistem na verificação e garantia da qualidade das empresas, visando à implantação e manutenção do controle da qualidade do produto.

De acordo com Oliveira *et al.*, (2007) ao realizar testes de resistência com couros de coelhos sem pelos abatidos com 70 dias de idade, machos e fêmeas, observaram valores nos sentidos longitudinal e transversal para tração de 7,25 N/mm² e 8,04N/mm²; alongamento de 47,45% e 71,09% e rasgamento progressivo de 17,66N/mm e 17,80N/mm, respectivamente. Em termos de comparação estes resultados apresentam valores para tensão e rasgo abaixo e alongamento acima dos valores encontrado no couro de pirarara.

De acordo com citações de Jacinto *et al.*, (2005) existem várias instituições que estabeleceram valores orientadores para comparação com os resultados dos ensaios físico-mecânicos e químicos de controle de qualidade, como podem ser observados nos valores abaixo. Estes valores de referências estão próximos ou acima dos resultados deste trabalho.

Valores de referências para os ensaios físico-mecânicos para couros bovinos.

		<i>UNIDO</i> ¹	<i>BASF</i> ²	<i>SENAI</i> ³	<i>PFI</i> ⁴
Resistência à tração	N/mm ²	≥ 20	≥ 20	≥ 17,60	≥ 14,70
Resistência ao rasgamento	N/mm	≥ 40	> 40	-	≥ 50
Alongamento (alongação)	%	< 80	< 80	≥ 40	-

(1) Fontes: MUNZ (1999);

(2) BASF, 2004;

(3) Senai - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - Hoinacki (1989);

(4) PFI - Prüf und Forschungsinstitut - Pirmasens

A qualidade do couro é fundamental para a cadeia produtiva de derivados de couro bovino. A qualidade do couro de peixe não é diferente, depende totalmente de pessoal treinado durante a retirada da pele, a ausência disso causa marcas de faca e diversos furos na pele o que inviabiliza seu processo.

Os valores de resistência do couro de pirarara significam que apresentaram alto teor de proteína e elevada quantidade de fibras colágenas. O número e o entrelaçamento dessas fibras colágenas a partir do processo de curtimento define a resistência do couro.

A ciência está em constante transformação, futuramente serão realizados novos experimentos subseqüentes com o objetivo de investigar melhor a resistência dos couros de pirarara.

5. *CONCLUSÕES*

- Os resultados para o processo de curtimento ao vegetal, em todas as etapas para a transformação das peles em couro estiveram dentro dos padrões estabelecidos permitindo um produto de qualidade;
- A espessura média foi de 1,57mm e não houve diferença significativa da espessura do couro nos sentidos dos cortes para a realização dos testes;
- A resistência ao rasgo foi menor no período da cheia comparado ao período da seca e a força máxima maior na cheia em relação à seca. Não houve diferença significativa nos testes a tração e alongamento;
- Os testes de resistência nos sentidos de cortes do couro no período sazonal da cheia com relação à tração e alongamento e rasgamento progressivo comprovaram que não houve efeito significativo quanto ao sentido de corte do couro;
- A análise dos resultados desses testes mostra que não houve diferença significativa de resistência entre os sentidos longitudinal e transversal;
- A qualidade do couro em relação aos valores de referência da resistência do couro bovino, os resultados para o couro de pirarara a tração foi igual ou superior, o rasgamento foi muito superior e o alongamento foi inferior ou próximo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 11035). Corte de corpos-de-prova em couro. Rio de Janeiro, 2005. 1-2 p.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 11055). Couro-determinação da força de rasgamento progressivo. Rio de Janeiro, 2005.1-4 p.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 11062). Determinação da espessura. Rio de Janeiro, 2005. 1-3 p.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 11032). Peles e couros - Tomada do pedaço-de-prova - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998. 4 p.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR 11041). Couros - determinação da resistência à tração e alongamento. Rio de Janeiro, 2012.5 p.

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

ADZET, J. M.; BONET, J. B.; SOLER, J. M. B.; NAVARRO, X. B.; FONT, P. C.; SOUBEYRE, R. G.; BAS, X. G.; MASANELLA, E. G.; SOLE, J. M. P.; ESCUDERO, L. R.; PEREZ, E. R.; CERCOS, E. S.; SOLE, J. S. **Química técnica de teneria**. Barcelona: Romanyà/Valls, 1985. 765 p.

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

BRAZIL grows in importance. Leather online Disponível em:<<http://www.leathermag.com>>. Acesso em: 18 março 2005.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística 2008 e 2009**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: dez. 2010.

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London Series A 160, 268-282. Hollander, Myles; Wolfe, Douglas A. 1999. *Nonparametric Statistical Methods*. Second Edition. New York: John Wiley & Sons. 1937.

BARROS, M. A. S. D., Arroyo, P. A., Sousa-Aguiar, E. F. O Processamento de Peles. Disponível em: <http://www.icp.csic.es/cyted/Monografias/Monografias Teneria/>>. Acesso em: 10 Jan. 2006.

BASF. **Vademécum para el técnico en curtición**. 2.ed. Ludwigshafen, 1984. 441p.

BASF. **Vade-mécum do Curtidor**. 4ª edição, revisada e ampliada, abril. 2004.

BASF. **Vademécum do curtidor**. Ludwighafen, 2005. 441p.

BAYER, V. Estudo da extração de cromo hexavalente, pela técnica de membranas líquidas surfatantes, visando o tratamento de efluentes líquidos de curtumes. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG. 2005.

BELAVSKY, E. **O curtume no Brasil**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da Liv. Globo, 1965. 421 p.

BERNAYS, E. A., Driver, G. C., Bilgener, M. *Herbívoros and plant tannins*. *Advance Ecology Reserch*, v. 19,1989. 263-302 p.

BOCCONE, R. I.; FONTANA, J.; BELLO, M. Influencia de algunos agentes de engrase sobre las propiedades de cueros ovinos sin lanas. **Monografia Tecnologica**, Montevideo, n. 18, 1987. 1-12 p.

BRÍGIDA, A. I. S.; ROSA, M. F. Determinação do Teor de Taninos na Casca de Coco Verde (Cocos nucifera). Embrapa Agroindústria Tropical. Proc. Interamer. Soc. Trop. Ornamentals. Hort. 2003. 47: 25-27 p.

BUDRUGEAC, P.; TRANDAFIR, V.; ALBU, M. G. The effect of the hydration degree on the hydrothermal and thermo-oxidative stability of some collageneous matrices. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, vol. 72, 2003. 581-585 p.

CANNAS, A. TANNINS: Fascinating but Sometimes Dangerous Molecules. <http://www.ansci.cornell.edu/oxicagents/tannin/tannin.htm>.

CICB - Centro das indústrias de curtumes do Brasil. Análise Setorial Edição. 2005. Instituto Latino, Brasília, 2005. 45 p.

CICB. Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil. Acessível em: www.cicb.com.br/. Acesso em Agosto de 2010.

CICB. Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil. Revista do Couro. Ed. 226. Jan/Fev. 2013

CLAAS, I. C.; MAIA, R.A.M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. centro tecnológico do couro . SENAI. Ed. SENAI/FIERGS/CNPq :Estância Velha, 1994. 664 p.

CUNHA, A. M.; BERTASSO, B. F.; ARAUJO, D. B.; MELLO, C. H.; BOEIRA, J. L. F. Couro e calçados - Relatório de acompanhamento setorial Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI e o Núcleo de Economia

Industrial e da Tecnologia do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas –Unicamp, v. IV, 2009. 4 p.

CUNHA, A. M. Relatório de Acompanhamento Setorial: Indústria de Couro. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. 2011.

ESCUDERO, L. R. Estudio de la piel. In: ADZET ADJET, J. M.; BONET, J. B.; SOLER, J. M. B.; NAVARRO, X. B.; FONT, P. C.; SOUBEYRE, R. G.; BAS, X. G.; MASANELLA, E. G.; SOLE, J. M. P.; ESCUDERO, L. R.; PEREZ, E. R.; CERCOS, E. S.; SOLE, J. S. **Química técnica de teneria**. Barcelona: Romanyà/Valls, 1985. 765 p.

FAO - Food and Agricultural Organization of United Nations. **Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas. Proyecciones al año 2010**. Documentos de la FAO sobre Productos Básicos y Comercio. Roma, 2004.

FIGUEIREDO, J. M., Nogueira, C. A., Pedrosa, F., Guimarães, J. Plano Nacional de Prevenção dos Resíduos Industriais (PNAPRI). *Guia Técnico Setor dos Curtumes*. Lisboa, 102 pp. Ferreira, E. L. 1998. **Corantes naturais da flora brasileira**: Guia prático de tingimento com plantas. Curitiba, 2000. 98 p.

FILGUEIRAS, E. Nova Kaeru: mantas e unidades de couros exóticos. Três Rios, 2002. Disponível on-line: www.grupodfx.com.br/kaeru. Acesso em set. 2011.

FOCKINK, D. H.; CAMARGO, M.; HILBIG, C. C.; MALUF, M. L. F.; BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. Resistência da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetida a um curtimento ecológico. II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca e XII Semana Acadêmica de Engenharia de Pesca. 2010.

FLORES, A. Efeitos da utilização de sal de cromo e poliacrilato no recurtimento de couros curtidos ao cromo, Porto Alegre:1998. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, UFRGS, 1998.

FRANCO, M. L. R. S *et al.* Análise comparativa das peles de Tilápia, Pacu e Tambaqui quanto à histologia, composição e após o curtimento as características físico-mecânicas. Anais do 46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009. 3 p.

GARCIA, R. e MADEIRA, P. **Uma agenda de competitividade para a indústria paulista**. *Cadeia Couro e Calçados*. Nota técnica final. Convênio: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)/ FIPE/ NEIT/IE/ UNICAMP. São Paulo/SP: outubro. 2007.

GODOY, L.C.; GASPARINO E, FRANCO, M.L.R.S.; FRANCO, N.P.; DOURADO, D.M. Testes físico-mecânicos e físico-químicos do couro da tilápia vermelha. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.2, 2010. 475-480 p.

GONÇALVES, C. A., LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**. Seropédica. v.8. n. 1. 2001. 167-173 p.

GONÇALVES, E. Efeito de diferentes curtentes sobre as propriedades de couros isentos de cromo. Dissertação- Programa de Pós-Graduação em Gestão Tecnológica: Mestrado em Qualidade Ambiental, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2007. 110 f.

GORDON, P. G. Tanning. XXVII Congresso IULTICS, Cancun, maio 2003.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid content in barks from six acacia species in Australia. *Australian Forestry*, 54: 1991. 154-156 p.

GUPTA, S.; SINGH, S. P.; GUPTA, R. C. Studies on tannin from Indian Wattle (*Acacia mearnsii*) bark. *Indian J. for Eng.* 4(1): 1981. 18-21 p.

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. Salvador. v.1, 2001.108-119 p.

GUTTERRES, M. Métodos analíticos especiais aplicados ao couro. Boletim Técnico de La Asociación Química Espanola de La Industria Del cuero. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente V. 56. N. 2. 2005. 71-80 p.

GUTTERRES, M. Analise de taninos vegetais absorvidos durante o curtimento de pó-de-pele. **Journal of the American Leather Chemists Association**. V. 102. N. 7, 2007. 216-221 p.

GUTTERRES, M. e OSÓRIO, T. S. Métodos analíticos especiais aplicados ao couro. XVI Congresso Latino Americano dos Químicos e Técnicos da Industria do Couro. Boletim Técnico de La Asociación Química Espanola de La Industria Del Cuero. V. 56. N. 2, 2005. 71-80 p.

HAGERMAN, A.; ZHAO, Y.; JOHNSON, S. E.; SHAHADI, F. Methods for determination of condensed and hydrolysable tannins. *Acs Sym Ser.* v. 662. 1997.

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

HASLAM, E.; *J. Chem. Ecol.* 14, 1789.1998.

HOINACKI, E. Peles e Couros - Origens, defeitos, e industrialização. 2.ed.rev. e ampl. Henrique d'Ávila Bertaso. Porto Alegre, 1989. 319 p.

HOINACKI, E.; Moreira, M. V.; KIEFER, C. G. **Manual básico de processamento do Couro**. Porto Alegre: SENAI/RS. 1994. 402 p.

JACINTO, M. A. C. Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (*Ovis áries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físico-mecânico do couro após o curtimento. Jaboticabal, Dissertação (Mestrado em Zootecnia). 1996. 90 p.

JACINTO, M. A. C.; FORNARI, C. J. S.; FARIAS, F. J. C.; TORRES, R. D.; MEDEIROS, E. M. C. Aspectos Qualitativos do Couro de Novilho Orgânica do Pantanal Sul-Mato-Grossense. Circular Técnica. ISSN 1518-0883. Campo Grande, MS. 2005.

JUNQUEIRA, L.C.U., JOAZEIRO, P.P., MONTES, G.S., MENEZES, N. & PEREIRA FILHO, M. É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? *Tecnicouro*, 5 (5): 1983. 4-6 p.

KHANBABAE, K e VAN REE, T. "Tannins: Classification and definition" *Natural Product Reports* 18 (6): 2001. 641-649 p.

KOLLING, C. Tecnologia em couro: A qualidade do couro para sola. **Revista do couro**. v. 177. 2005. 56-59 p.

LAMB, L. H.; SARMENTO, L. I. N.; HASS, M. E. A.; GOETHEL, L.; LUNKES, M.; RESMIN, M.; GRAEFF, J. C. Extratos de mimosa modificados Quimicamente para obter-se maior estabilidade à luz. XVII Encontro Nacional dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro. Gramado- RS. 2005.

MAESTRI, R. Estimativa de produção presente e futura de volume de madeira e peso de casca para povoamentos de acácia-negra. (*Acacia mearnsii* De Wild). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Tese Mestrado, 1992. 102 p.

MANSUETO, L. Curtimento de couro de peixe evita danos ambientais: Disponível on line: < <http://www.inpa.gov.br/noticias/noticia>. Acesso em nov 2011.

MARANHÃO, M. *Série ISO 9000*. Rio de Janeiro: Quality, 1993. 144 p.

MASANELLA, G. E. Pelambre e Calero. In: ADZET *et al*. Química – Técnica de Teneira Barceleno. 1985.

MCGRATH, D.; SILVA, U. & CROSSA, M. N. **A traditional floodplain fishery of the lower Amazon river, Brazil**. NAGA, Jan-Mar, 1998. 4-11 p.

MELO, K. S. G. Extração e uso de corantes vegetais da Amazônia no tingimento do couro de Matrinxã (*Brycon amazonicu* Spix & Agassiz, 1819). Dissertação (mestrado) - INPA/UFAM, Manaus, 2007. 79 p.

MOREIRA, M. V. Depilação-caleiro. In: HOINACKI, E.; MOREIRA, M. V.; KIEFER, C. G. **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre: CFP SENAI de Artes Gráficas, 1994. 402 p.

MOREIRA, M. V., TEIXEIRA, R. C. Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. (Projeto Desenvolvimento Sustentável da Indústria do Couro em MG e no RS). Porto Alegre, 2003. 242 p.

NAZIR, F. The profile of vegetable tannins: properties and performance. Leather online. Disponível em: <<http://www.leathermag.com>>. Acesso em: novembro 2011.

NORONHA, E. F. Análise de custo para a produção de capas de telefones celulares a partir de couro de peixe da Amazônia. Monografia para obtenção de Bacharel em Ciências Econômicas. UFAM- Am. 2001.

OLIVEIRA, J. F. Características Histológicas e Físico-Mecânicas da Pele de Caprinos e Ovinos de Diferentes Genótipos. **Tese em Zootecnia** – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Área de Concentração: Produção Animal. il. 2006. 78 f.

OLIVEIRA, K. F e SOUZA, M. L. R. Avaliação da resistência dos couros de peixes, curtidos com diferentes níveis de sais de cromo e tanino vegetal (Acácia Negra, Mearnsi Wild). UEM - BOLSISTA PIBIC/CNPQ/UEM. **Anais do XV EAIC e VI EPUEPG**. Agosto. 2006.

PACHECO, J. W. F. Curtumes. São Paulo: CETESB, (1 CD) : il. ; 30 cm. (Série P + L) 2005. 76 p.

PEDERZOLLI, A. R.; SCHEIBE, E.; STREIT, K. F.; MOREIRA, M. V.; CORRÊA, T. P. *Study of the economical viability of processing of fish skins*. In: CONGRESS OF THE INTERNACIONAL UNION LEATHER TECHNOLOGISTS AND CHEMISTS SOCIETIES, 23, Friedrichshafen, Proceedings. Art. 40. 1995.

PEREIRA, J. C. D., MAETRI, R., LAVORATI, O. K. **O efeito do anelamento basal na produção de tanino em acácia-negra**. Curitiba: EMBRAPA - Centro Nacional de Florestas, 1985. 3 p.

PRÜF- UND FORSCHUNGSINSTITUT PIRMASENS E.V. Disponível em: <<http://www.pfi-pirmasens.de/>>. Acesso em: out. 2012.

PIZZI, A. Tanin-Based adhesives. p. 177-246. In: Pizzi, A. (ed) Wood adhesives: Chemistry and technology. Marcel. Dekker. 1993.

PORÉ, J. **La nourriture du cuir; méthodes et principes**. Paris: Société des Publications “Lê Cuir”, 1974. 363 p.

POURRAT, H. Les drogues à tanins dans la pharmacologie moderne, Groupe Polyphénols. Nancy. v.10. 1980. 33-57 p.

PRADO, M. Características da pele de *Pseudoplatystoma sp* submetida ao processo de curtimento: morfologia, resistência físico-mecânica e química. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Maringá, 2011.

REICHER, F., SIERAKOWSKI, M. R., CORRÊA, J. B. C. Determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotungstíco-fosfomolibdico. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 24, n. 4, 1981. 407-411 p.

REBELLO, J. J. S. Projeto de transformação de pele de peixe em couro. **Fundação Djalma Batista**, Manaus, 2001.

ROCHA, M. P. S. S. Curtimento de peles de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) e pirarara (*Phractocephalus hemiliopterus*, Bloch & Schneider 1801) com curtentes sintéticos e com curtentes naturais da Amazônia. Dissertação (mestrado em Ciências Agrárias) INPA/UFAM, Manaus-AM, 60 p. 2007.

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. Taninos. In: **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre. Florianópolis: Editora Universidade/UFRGS, Editora da UFSC, 517-544 p. 1999.

SEBRAE. Perfil Setorial do couro. Unidade de Estratégias e Diretrizes. Minas Gerais. 2005.

SEBRAE/AM. “Cadeia Produtiva do Pescado no Amazonas”. Manaus: Programa de Desenvolvimento Setorial e Tecnológico. 2001.

SEBRAE NACIONAL- www.sebrae.com.br Acesso em Agosto de 2010.

SHARPHOUSE, J. H. **Leather technician's handbook**. London: Leather Producer's Association,. 349 p. 1971.

SILVA, H. D. Tanino sai da casca. Brasil, *Globo Rural*, Edição 204. <http://revistagloborural.globo.com> [10/08/2003]. 2002.

SOUZA, M. L. R.; DOURADO, D. M.; MACHADO, S. D.; BUCCINI, D. F.; JARDIM, M. I. A.; MATIAS, R.; CORREIA, C.; FERREIRA, I. C. Análise da pele de três espécies de peixes: histologia, morfologia e testes de resistência. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, (supl.11551-1559 p.). 2003.

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. 169 pp. Jaboticabal, Tese (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista. 2003.

SOUZA, M. L. R.; GANECO, L. N.; NAKAGHI L. S. O.; FARIA, R.H. S.; WAGNER, P. M.; POVH, J. A.; FERREIRA, I. C. Histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences Maringá, v. 25, no. 1, 37-44 p. 2003.

SOUZA, M. L. R.; CASACA, J. M.; SILVA, L. O.; GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O.; FARIA, R. H. S.; SCHMIDT, J. T. A.; FRANCO, N. P. 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. et al. Diferentes técnicas de recurtimento em peles de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): qualidade de resistência. **Ensaio Cienc.**, Campo Grande, v. 8, n. 2, p. 195, 2004.

SOUZA, M. L. R. e SILVA, L. O. Efeito de técnicas de recurtimento sobre a resistência feita do couro da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) **Acta Sci. Anim.** Sci. Maringá, v. 27, n. 4, p. 535-540, Oct./Dec., 2005.

SOUZA, M. L. R.; GODOY, L. C.; KOZUKI, H. T.; CASADA, J. M.; DOURADO, D. M.; JACINTO, M. A. C. Histologia da pele da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e teste de resistência do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, 1265-1272 p. 2006.

SOUZA, M. L. R.; VALDEZ, M. C. A.; HOCH, A. L. V.; et al. Avaliação da resistência da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences v. 28, n.3, p. 361-367. 2006.

SOUZA, M. L. R. Curtimento de pele de tilápia. In: BOSCOLO, W.; FEIDEN, A. **Industrialização de Tilápias**. Toledo/ PR: GFM Gráfica & Editora, 272p. Capítulo XI, p. 185-224. 2007.

SOUZA, F. R. Aplicação de enzimas no processamento de couros: comparação entre processos químicos e coenzimáticos. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Engenharia química. p. 144. 2010.

SOUZA, C. A.; HASHIMOTO, D.T.; MENDONÇA, F. F.; OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Desenvolvimento e seleção de marcadores moleculares microssatélites para *Phractocephalus hemiliopterus*, Pirarara (Siluriformes, Pimelodidae Resumos do 56º Congresso Brasileiro de Genética. 2010.

SOUZA, D. T. Tratamento Biológico para Remoção de Nitrogênio de efluentes de Curtumes. Monografia Em Engenharia Química. Porto Alegre. 2011.

SAWYER, C. N., McCARTHY, P. L. (Chemistry for Environmental Engineering, third edition, McGraw Hill, Singapore, Philippines, 532 p. 1978.

SHARPHOUSE, J. H. *Leather Technician's Handbook. Leather Producer's Association.* Buckland Press Ltd. London. 575 p. 1971.

SCHÖNAU, A. P. G. A site evaluation study in black wattle (*Acacia mearnsii* De Willd.). **Ann. von Stellenbosch**, v. 44, n. 2A, p. 214, 1969.

THORSTENSEN, T. C. **Practical leather technology.** 2nd. ed. Huntington: Robert E Krieger Publishing, 294 p. 1976.

VADEMÉCUM, **para el técnico em curtición.** 3. ed. rev. Y ampl. Ludwigshafen: Basf, 2004.

VIEIRA, A. M.; KACHBA, Y. R.; FRANCO, M. L. R.S.; K.; OLIVEIRA, K. F.; GODOY, L. C.; GASPARINO, E. Curtimento de peles de peixe com taninos vegetal e sintético. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

ZAMAN, M. B; Khan, A. A. Studies on the indigenous tannin-bearing plants of Pakistan, **The Pakistan Journal Forestry.** Pakistan. v.11, n.2. p. 162-167. 1961.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis.** 3a. ed., Prentice Hall, 662 p. 1996.