UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET

AVALIAÇÃO DO CURTIMENTO DE PELES DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*, SCHINZ 1822) COM TANÍFEROS NATURAIS DA AMAZÔNIA

MARIA DA GLÓRIA CORRÊA DO NASCIMENTO

Manaus/AM

2009

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS – PPG-CIPET

AVALIAÇÃO DO CURTIMENTO DE PELES DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*, SCHINZ 1822) COM TANINOS VEGETAIS DA AMAZÔNIA

MARIA DA GLÓRIA CORRÊA DO NASCIMENTO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antônio José Inhamuns

Dissertação apresentado como parte dos requisitos para obtenção do titulo de mestre ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos/UFAM,

Manaus/AM

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

N244c

Nascimento, Maria da Glória Correa do
Curtimento de pele de pirarucu (Arapaima gigas, Schinz 1822) com taninos vegetais da Amazônia / Maria da Glória Correa do Nascimento. 2009
76 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio José Inhamuns da Silva
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. peixe de água doce. 2. taníferos naturais. 3. couro de peixe. 4. pele de peixe curtida. I. Silva, Antonio José Inhamuns da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedico esta Dissertação:

À minha mãe, **Nazaré Cabral Correa**, pelo exemplo de vida, compreensão, por ter sido uma mulher simples, e com muita fé em Deus (*in memorian*).

Ao meu pai, **Luis José Correa**, pelo exemplo de homens simples, honesto e trabalhador (*in memorian*).

Aos meus filhos **Miguel, Michel e Nilton**, pela compreensão e ajuda na realização do mestrado.

Ao meu esposo **Miguel do Nascimento Correa**, pela compreensão durante a realização dos meus estudos.

Ao **Prof. Dr. Antônio José Inhamuns,** pela dedicação e persistência em orientar alunos de PIB, Monografias e Dissertação de Mestrado, na área de Tecnologia do pescado em curtimento de pele de peixes.

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela permissão de voltar a estudar, amparo em todos os meus trabalhos e durante toda a minha caminhada junto a pesquisa e a Universidade UFAM;

A minha família que foi o alicerce de minha vitória e a inspiração onde eu busco forças para continuar;

A minha mãe, mulher simples, mas compreensiva. Meu pai homem simples e batalhador;

Aos meus irmãos Paulo e Luis pela ajuda em conseguir material para os meus experimentos;

Aos colegas do Laboratório de tecnologia do pescado, especialmente ao Fábio e Ricardo pela grande ajuda no processo de curtimento;

As alunas Emilia Dorta de Souza, Andressa Coutinho Machado, Marcellie do Prado, da Universidade Estadual de Maringá-UEM pela ajuda nas analises físico-mecânicas do couro de pirarucu;

A Dra. Maria Luisa Rodrigues de Souza da Universidade Estadual de Maringá-UEM, pelo grande empenho e dedicação nas analise físico-mecânicas, tabulação dos dados e pelo resultado estatístico;

A Dra. Eliane Gasparino, pela atenção em auxiliar na parte estatística do trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio José Inhamuns pelos conhecimentos passados, a paciência e oportunidade, carinho e atenção que investiu na minha pessoa.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Etapas de curtimento alternativo da pele do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) com os taníferos vegetais cumatê (*Myrcia atramentífera Barb. Rodr.*) e abiurana (*Pouteria* guianensis), usando piquiá (*Caryocar villosum*, Aubl.) como agente ácido e folha de mamoeiro (*Carica papaya*) como fonte de protease, "papayma".....45

TABELA 2: Etapas de curtimento tradicional utilizando Kromium PP concentrado 46

TABELA 3: Seqüência de retirada dos corpos-de-prova para as análises físico-mecânicas do couro do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) 47

TABELA 4: Valores da Média dos testes Físicos-mecanicos de Alongamento do couro do pirarucu (*Arapaima gigas*), submetido a três tratamentos.....51

TABELA 5: Valores médios dos testes físico-mecanicos de rasgamento progressivo do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) submetido a três tratamentos.....54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: A pele propriamente dita: epiderme (a, b, c, d) e derme (e).....22

FIGURA 2: Exemplares de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*).....40

FIGURA 3: Fluxograma de processamento das amostras vegetais.....42

FIGURA 4: Fluxograma do processo de curtimento de peles de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*).....44

FIGURA 5: Balancim utilizado para retirada dos corpos-de-prova (a); navalha de corte dos corpos-de-prova (b); corpos-de-prova para a determinação dos testes (c); dinamômetro EMIC com uma amostra do corte no sentido longitudinal(d).....48

FIGURA 6: Longitudinal, Rasgamento, técnica de curtimento com três tratamentos T1, T2 e T3, nos sentido e posições do corpo do peixe pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*), C- caudal; V-ventral; D-dorsal.....52

Sumário

LISTA DE TABELAS v
LISTA DE FIGURAS vi
RESUMO..... 1
ABSTRACT .....**Error! Bookmark not defined.**
1. INTRODUÇÃO 3
2. OBJETIVO..... 9
2.1 OBJETIVO GERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... 9
3. REVISÃO DA LITERATURA 10
3.1.HISTÓRICO DO COURO 10
3.1.1. Pre-história e história 11
3.2. Curtimento com taninos 16
3.3 Pele..... 19
3.3.1. Pele propriamente dita 19
3.3.2. Estrutura da pele de peixe 20
3.3.3. Tipos de peles 23
3.3.4. Mercado de pele no Brasil..... 28
3.4. Tecnologia para o curtimento de peles de peixes..... 28
3.4.1. Qualidade da pele de peixe..... 28
3.4.2. Etapas de pré-curtimento da pele 30
3.4.3. Defeitos originados durante o processamento da pele 32
3.4.4. Processos de curtimento 32
3.4.5. Curtimento com cromo trivalente..... 33
3.4.6. Curtimento com produtos orgânicos..... 34
3.5. Formas de taninos 35
3.5.1. Taninos hidrolizáveis..... 36
3.5.2. Taninos condensados 36
3.5.3. Espécies vegetais com potencial tanífero. 36
4. MATERIAL E MÉTODOS 40
4.1. Coleta e preparação do material..... 40
4.1.1. Espécie animal 40
4.1.2. Espécies vegetais 41
4.2. Delineamento experimental 44
4.3. Processo de curtimento das peles 44
4.4. Avaliação da qualidade do couro 48
4.5. Análise estatística 50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 50
6. CONCLUSÃO..... 59
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 60
ANEXO..... 70

RESUMO

Atualmente o mercado está valorizando a pele de peixe por apresentar características que podem transformá-la em couro, com atributos peculiares de maciez, elasticidade e resistência. Tais características dependem principalmente da técnica de curtimento a ser realizada. Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficácia da casca de árvores da Amazônia, com elevados teores de taniferos, para o curtimento de peles de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822): *Myrcia atramentifera* (cumatê) (T1) e *Pouteria guianensis* (abiurana) (T2), sendo comparados ao curtimento com sais de cromo (T3). Determinou-se a espessura dos corpos-de-prova e em seguida realizaram-se os testes de resistência à tração e alongamento, bem como ao rasgamento progressivo, utilizando-se o dinamômetro EMIC. Os couros obtidos foram comparados em função da técnica de curtimento, sentido (longitudinal e transversal) e região (cauda, dorso e ventre), seguindo as normas da ABNT. A força de tração foi maior para o couro no Tratamento 1 e no sentido transversal. O alongamento não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas. Os testes de rasgamento progressivo mostraram que a região caudal, no sentido transversal foi mais resistente a força máxima. De acordo com os resultados, os couros de pirarucu processados foram classificados como qualidade A (T1), qualidade AB (T2) e qualidade B (T3), revelando que o curtimento de peles de pirarucu com os taninos vegetais desta pesquisa proporcionou couros de melhor qualidade que o curtimento ao cromo.

Palavras-chave: Peixe de água doce, taníferos naturais, couro de peixe, pele de peixe curtida.

ABSTRACT

At present the market is valuing the fish skins by present special features that can be transformed in leather with softness, elasticity and resistance characteristics. However, these characteristics depend on factors principally the tanning technique to be carried out. This assignment aimed to evaluate the efficacy of the barks of Amazon trees, with elevated contents of taníferos, for the tanning of pirarucu skins (*Arapaima gigas*, Schinz 1822): *Myrcia atramentifera* (cumatê) (T1) e *Pouteria guianensis* (abiurana) (T2), being compared with the tanning of fish skin with chrome salts (T3). Thickness of body proofs was determined and traction resistance, elongation, and progressive tearing tests were undertaken by EMIC dynamometer. The leathers obtained were compared in function of technique of tanning, section (longitudinal and transversal) and region (tail, spine and belly), according to the ABNT norms. The traction force was bigger for the leather in the treatment 1 and in the transversal section. The elongation not presented an expressive difference in any of the variables analyzed. The progressive tearing tests showed that the tail region, in the transversal section was more resistant in relation to the maximum force. According to the results, the leathers of pirarucu processed were classified as quality A (T1), quality AB (T2), and quality B (T3), revealing that the tearing of skins of pirarucu with vegetal tanning barks of this researches provided leathers with better quality that the others with the tanning of chromium.

KEY-WORDS: freshwater fish, vegetal tanning barks, leather fish.

1. INTRODUÇÃO

A bacia amazônica representa a maior rede hidrográfica do mundo, e possui a mais rica ictiofauna com aproximadamente 2.500 espécies de peixes (ARAUJO-LIMA, GOULDING, 1998). Segundo Val e Honczaryk (1995) este número é uma subestimativa e pode ser bem maior, representando algo em torno de 4.000 espécies. De qualquer forma não mais que 1.800 espécies estão descritas. Dessas, cerca de 250 espécies são capturadas para consumo sendo que apenas 50 são comercializadas.

A produção de carne de peixe, no Brasil, tem aumentado significativamente, principalmente em relação aos filés. Esta produção, de filés, tem produzido alguns subprodutos tais como, cabeça, carcaça e peles, que requerem um fim. Surge então à necessidade de aproveitamento dos mesmos e a pele tem sido o subproduto de maior interesse.

Das 100 mil toneladas de pescado beneficiado por ano para exportação ou consumo interno na Amazônia, sete mil são peles (ADEODATO, 1995 apud SOUZA et al., 2003). A pele de peixe é considerada um subproduto, tornando-se um problema para o produtor ou para o abatedouro, pois, de acordo com Contreras-Guzmán (1994), a pele perfaz, em média, 7,5% do peso dos peixes teleósteos. Muitas vezes, essas peles são moídas juntamente com vísceras e restos de carcaça do próprio animal e fornecida como fonte alimentar para animais.

A aqüicultura é uma das atividades agropecuárias que mais cresce no mundo. Seu ritmo de crescimento é muito superior ao da maioria das atividades tradicionais da economia, devendo, no Brasil e no resto do mundo, continuar aumentando em ritmo acelerado ainda por muitos anos (SOUZA, 2004).

Atualmente a pele está sendo desperdiçada ou sub-utilizada, pela falta de conhecimento das técnicas de curtimento, sistema de conservação e armazenamento para um possível processamento ou comercialização para curtumes (SOUZA, 2004).

A pele é um subproduto nobre e alta qualidade que pode ter elevado valor econômico com o processo de curtimento (SOUZA, 2004). Porém, é importante que esse processo seja realizado de forma a não agredir o meio ambiente. Atualmente, tem-se valorizado a produção do "couro ecológico", buscando alternativas para processamento da pele com produtos mais naturais, direcionando a atenção dos produtores para um futuro em que se possa dispensar o uso de sais de cromo. Portanto, de acordo com o CATC – BASF (1999) deve-se dar atenção especial ao "wet-white" a partir do uso de dialdeído glutárico, ponto de partida mais generalizado e aprovado para os "couros ecológicos" ou o "couro *bioleather*".

A pele dos peixes, além do design original, próprio de cada um, inimitável, típico, exótico pode ser curtido resultando numa matéria-prima diferente, de várias aplicações e de valor comercial.

No curtimento é mantida a natureza fibrosa da pele, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do material interfibrilar e ação de produtos químicos. Após a separação das fibras e remoção do material interfibrilar, as peles são tratadas com substancias denominadas curtentes, que as transformam em couro ou pele processada. Dessa forma, a pele é submetida a determinados processos, com utilização de produtos químicos ou vegetais, que a preservam da putrefação, que é ocasionada por processos autolíticos (as enzimas da pele atuam na decomposição da mesma) da própria pele ou ataque bacteriano. Assim, a pele é transformada em couro, um produto imputrescível, com características de maciez, elasticidade, flexibilidade, resistência à tração, enfim, com determinadas qualidades físico-mecanicas que permitem a sua aplicação em diversos setores da confecção.

A diferença entre a pele e o couro reside em que a pele representa o tecido ou tegumento que reveste o indivíduo antes do curtimento, enquanto o couro é a matéria-prima obtida após o curtimento, ou seja, após a adição do agente curtente na pele em uma das etapas do processo de curtimento(SOUZA, 2004).

De acordo com Gonçalves e Lelis (2001), um dos segmentos industriais que se utiliza de matéria-prima proveniente dos vegetais é o de curtimento de pele animal para a sua transformação em couro e nesse setor ocupa papel destacado a utilização de tanino vegetal.

Para Benarrós (2005), o curtimento da pele de pescado tem como finalidade aumentar o retorno econômico oriundo do beneficiamento e reduzir a poluição gerada pelos frigoríficos. Souza et al. (2003), acrescentaram que a elaboração do couro a partir de peles residuais da filetagem de pescados representa uma fonte alternativa de renda que pode servir de matéria-prima para a fabricação de carteiras, biquínis, entre outros artefatos.

O processamento das peles de peixe é praticamente artesanal, já que não existem no mercado equipamentos específicos para o curtimento de peles de peixes, o que acarreta uma elevação dos custos de mão-de-obra sem, contudo, inviabilizar a sua produção.

O aproveitamento da pele pela indústria de beneficiamento do couro pode ser otimizado se, após a sua retirada do peixe, de forma correta, for seguido da aplicação de um adequado método de conservação, e sua posterior submissão ao processo de curtimento em todas suas etapas.

A técnica de curtimento utilizada influencia os 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 (no término do processo de curtimento), agem diretamente no resultado do produto final (couro).

O processo de curtimento tradicional é constituído de algumas etapas descritas por Rebello (2002), que são remolho, desengraxe, caleiro, descalcinação e purga, píquel, curtimento e basificação, neutralização e recurtimento. Porém, Dias (2003) apresentou um método alternativo de curtimento em seis etapas que

são remolho, caleiro, píquel, curtimento, engraxe, secagem e acabamento, no qual afirma ter alcançado bons resultados empregando apenas vegetais ricos em tanino, na condição de curtentes naturais, e modificando alguns aditivos utilizados no método tradicional, empregando o curtente vegetal murici-penima (*Byrsonima sericea*) ao nível de 5% em relação ao peso da pele, sendo o material curtente extraído através do cozimento em água à 50ºC e adicionando-o em seguida na solução.

Buscam-se, portanto, alternativas tecnológicas para substituição do cromo por outros agentes de curtimento (curtentes vegetais, sais minerais alternativos, compostos orgânicos reativos e substituição parcial do cromo pela obtenção de wet-white), bem como a otimização no processo de curtimento ao cromo, utilizando-se métodos de auto-esgotamento de cromo, de sistemas de re-ciclos e outros (GUTTERRES, 1997).

O impacto ambiental é um fator muito discutido em qualquer área da produção, tanto na aqüicultura, agricultura e pecuária, quanto na atividade industrial, como nos curtumes.

As atuais manifestações ecológicas estimularam novos segmentos de mercado a aderirem ao “couro ecológico”, muito mais importante para uso em artefatos que não exigem determinadas resistências físicas, como estabilidade em temperaturas de 100ºC ou mais (SOUZA, 2004). Graffunder e Kolling (2002) citam resinas recurtentes como um avanço técnico e ecológico para proporcionar tecnologia limpa no curtimento de couros. Os compostos recurtentes apresentam elevada solidez à luz e ao calor e promovem enchimento ao couro sem prejuízo à maciez, além de melhora significativa na resistência ao rasgamento progressivo.

Para melhor entender a tecnologia do processamento de peles de peixes, antes deve ser tecida considerações sobre a produção de espécies que permitam a obtenção de peles de melhor qualidade, e ainda, sobre a pele propriamente dita, o abate e a extração da pele (esfola), os métodos de conservação e finalmente abordando todas as etapas do processo de curtimento, com suas respectivas finalidade.

Tendo em vista a complexidade do processo de transformação da pele em artigos se couros comercializáveis e de boa qualidade, torna-se de fundamental importância análises físico-mecanicas do couro, que visam, comprovar a real resistência da pele de peixe, já mencionadas por alguns pesquisadores (JUNQUEIRA et al., 1983; HOINACKI,1989; PEDERSOLLI et al., 1995; ALMEIDA, 1998; MACHADO, 2001; MACHADO et al., 2002; SOUZA et al., 2002; SOUZA et al., 2003). Estudos sobre a avaliação da resistência mecânica realizada no laboratório do IPT (Franca-SP) e BASF (Sapucaia do Sul-RS) comprovaram que os couros de peixe, curtidos na mesma espessura do couro bovino, apresentam maior resistência devido ao entrelaçamento das fibras colágenas (ADEODATO, 1995; SACCO, 1998).

Portanto como não existem normas especificas para a realização dos testes de resistência dos couros de peixes, foram estabelecidos determinados parâmetros, quanto ao local e posição dos cortes dos corpo-de-prova e número de amostragem.

Após a separação das fibras e remoção do material interfibrilar, as peles são tratadas com substancias denominadas curtentes, que as transformam em couros ou peles processadas, preservadas dos processos autoliticos ou ataque, microbiano. Assim, a pele é transformada em um material imputrescível, com características típicas de maciez, elasticidade, flexibilidade e resistência à tração determinando as qualidades físico-mecânicas (HOINACKI, 1989).

As características físico-químicas do couro variam com o processo de curtimento e estão relacionadas com o material a ser produzido (NUSSBAUM, 2002). O mesmo autor relata que as principais formas de curtimento são as realizadas com curtentes vegetais, usando-se taninos extraídos de plantas e as que utilizam minerais como os sais de cromo, zircônio e alumínio. O cromo é o mais empregado pelas características de maciez e elasticidade que confere às peles.

A pesquisa foi direcionada a pele de pirarucu devido a algumas características peculiares à espécie, como tamanho e espessura da pele, e

quantidade disponível no mercado, tendo em vista sua procedência tanto da piscicultura, quanto de áreas de manejo. Segundo o Núcleo de Recursos Pesqueiros – NRP/IBAMA/AM a quantidade de pirarucu retirado dos sistemas manejados vem crescendo ano após ano. Em 2008 foi registrada a captura de 559 mil toneladas oriundas de RESEX, RDS e lagos com acordos de pesca, sendo que estes peixes apresentaram peso entre 40 e 90 quilos. Considerando que a pele do pirarucu equivale a 7,5% do seu peso bruto, estima-se que 42 mil toneladas de peles foram descartadas só em 2008.

Neste sentido, se fez necessário, pesquisar e avaliar a possibilidade de se reduzir o desperdício dos resíduos de pescado, no caso as peles, via utilização de um método alternativo de curtimento buscando-se obter um couro ecológico, onde seu processo produtivo elimine o impacto poluidor cumulativo gerado pelo uso de sais de cromo. O uso de curtentes vegetais da região Amazônica, mantendo árvore em pé, previne o desmatamento, reduz a poluição e a emissão de gases do efeito estufa, podendo gerar renda e emprego nas comunidades rurais, e conseqüentemente promover melhoria da qualidade de vida da população envolvida.

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade do couro de *Arapaima gigas* (Schinz, *1822*) curtido com subprodutos das espécies vegetais *Myrcia atramentífera* Barb. Rodr. (cumatê**),** *Pouteria guianensis (*abiurana), tendo como acidulante o *Caryocar villosum* (piquiá).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Testar a eficácia das cascas das árvores de *Myrcia atramentífera* Barb.Rodr. (cumatê) e *Pouteria guianensis* (abiurana) como taníferos no curtimento de pele de peixe;
- Testar a eficácia do pericarpo de *Caryocar villosum* (piquiá) como agente ácido no processo de curtimento de pele de peixe;
- Utilizar a folha do *Carica papaya*, (mamão) desidratada como fonte de enzima proteolítica no processo de curtimento;
- Avaliar com testes físico-mecânicos a resistência das peles curtidas com taníferos vegetais e ao cromo.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. HISTÓRICO DO COURO

O couro tem acompanhado o homem em sua evolução. Inicialmente era utilizada em sua forma mais simples, a pele, mas posteriormente passou a sofrer a ação de modificações causadas por efeitos fortuitos ou acidentais, o que levou a uma melhora das características no estado do couro (BÉRARD, 1951).

Devido a sua plasticidade e textura, tanto a pele quanto o couro serviram e ainda servem para as mais variadas finalidades, seja na forma de artefatos, seja na forma de peças.

Ao longo de sua evolução, o homem procurou obter, a partir da pele praticamente todos os artefatos de que necessitava, ou seja, recipientes, vestimentas, armas de caça, artefatos guerreiros e sandálias. A pele e o couro também serviram como elemento de construção nas primeiras cabanas (BÉRARD, 1951).

Além das aplicações citadas, o couro também foi utilizado na construção de cancãs pelo homem primitivo (ENC.UNIVERSO, 1973).

Também não podemos deixar de lembrar o uso da pele na forma de pergaminho, o antecessor do papel. Muitas informações de que dispomos sobre povos antigos foram, assim, registrados em peles (HOINACKI et al., 1994).

Com a evolução, aliando a ciência ao estudo da matéria-prima e de processos, chegou o homem, mais recentemente, a utilizá-la na medicina, não na forma original, mas modificada. Assim a pele, previamente tratada, foi empregada no tratamento de queimaduras (HOINACKI et al., 1994).

Também foram feitos estudos sobre o uso de subprodutos da pele no seqüestro de elementos tóxicos em alimentos. Desse modo, foram desenvolvidos produtos a partir do tecido epidérmico, os quais, adicionados a alimentos contaminados com mercúrio, têm a capacidade de se combinar com o mesmo. O

(composto resultante da reação é eliminado pelo trato intestinal sem efeitos tóxicos ao organismo do animal (HOINACKI et al., 1994).

Seria difícil imaginar a vida do homem sem dispor do couro, não só em época passadas, mas também na atual. Muito embora a tecnologia tenha evoluído e a ciência dos materias tenha fornecido uma série de fibras e materiais, o couro não encontrou, mesmo assim, no estágio atual, similar que pudesse supera-lo nas aplicações em que é utilizado(HOINACKI et al., 1994).

3.1.1. Pre-história e história

A história do couro pode ser dividida em dois períodos: a pré-história e a história.

A pré-história abrange as épocas das quais não existem confirmações ou constatações palpáveis.

A história propriamente dita inclui aquelas épocas das quais existem informações, registros ou mesmo peças que confirmam a ocorrência de determinados fatos ou a elaboração de determinados artefatos (HOINACKI et al., 1994).

Pré-história

A pré-história tem inicio no momento em que o Austropiteco, antecessor do Homo-erectus, antepassado do homem atual, cujas primeiras manifestações remontam a mais de um milhão de anos, usa a pele em sua forma mais simples. O período em questão vai até a época em que a ciência tem condições, embora de maneira indireta, de provar a elaboração e a utilização do couro (HOINACKI et al., 1994).

As suposições e deduções são feitas a partir de informações colhidas pela ciência com certa precisão e relacionadas com o nome de diferentes épocas, os

climas predominantes, os tipos humanos e os principais representantes da fauna de então.

De acordo com historiadores, admite-se que a evolução com relação à elaboração do couro tenha ocorrido segundo a ordem cronologia descrita a seguir (SOL, 1981):

1) Supõe-se que a primeira transformação que ocorreu com as peles é atribuída a ação da fumaça.

2) Posteriormente, o homem lança mão de graxas e óleos animais. No tratamento de peles, isso por volts de 400.000 a.C.

3) Com o decorrer do tempo, outras práticas foram adotadas, como, a exposição simultânea a fumaça e ao calor do fogo.

4) A 50.000 a.C. o homem também constata os efeitos e determinados restos de vegetais e plantas sobre as peles, sugerindo o curtimento vegetal.

5) Posteriormente, a 15.000 a.C., o homem reconhece determinados terrenos ou solos. Seria o nascimento do curtimento mineral.

6) Muito tempo após, isto é, a cerca de 8.000 a.C. o homem começa a utilizar racionalmente o curtimento vegetal e mineral (SOL,1981).

7) Na elaboração dessa seqüência, os cientistas e historiadores basearam-se em informações como:

Desenhos rupestres descobertos em grutas e cavernas;

Restos de certos materiais e artefatos;

Comportamento de populações aborígines de determinadas regiões da África e da Oceania que vivem, ainda hoje, como na época paleolítica;

Escavações, como a de Pompéia e outras.

História

O segundo período da historia do couro inicia-se com a época da qual existem informações, em forma de desenhos, artefatos cerâmicos e peças ou partes de peças elaboradas com couro. Essas evidências confirmam, de uma maneira ou de outra, o uso do couro no passado. Esse período estende-se até nossos dias.

Os procedimentos utilizados na transformação das peles em couros eram executados manualmente, com o emprego de ferramentas simples no que concerne àquelas etapas que hoje são executadas com máquinas. A maioria dos procedimentos dependiam da perícia dos operadores.

Os processos eram executados em tanques ou fossas escavadas abaixo do nível do solo. Naqueles tempos, como nos tempos que os antecederam, os produtos químicos empregados provinham da natureza. Assim na depilação, era usado o sistema natural para favorecer o desenvolvimento bacteriano, de modo que o mesmo, através das enzimas que eram elaboradas, atuasse no sentido de liberar a camada epidérmica. Eram usados excrementos de animais ou farelos de cereais, preparando com as mesmas infusões que favoreciam intenso desenvolvimento bacteriano e, consequentemente, a produção de grande quantidade de enzimas. Isso, bem entendido, embora nada entendessem da proliferação de bactérias e muito menos de enzimas. Na prática sabiam que tais procedimentos melhoravam, em certos aspectos, as características do produto final (MILLER, 1974).

Também eram usados certos produtos vegetais como curtentes, executando, desse modo, a extração simultaneamente com o processo de transformação. Para colorir os couros, recorriam a produtos de origem vegetal e mineral. Os óleos e graxas eram obtidos de animais como os de peixes (HOINACKI et al., 1994).

O século XIX constitui o período em que ocorreram grandes progressos e em que a evolução realizada foi maior do que toda a evolução ocorrida até então.

Assim, em 1800, são executadas análises químicas de diferentes extratos vegetais (MILLER, 1974).

Em 1850, é construída a primeira máquina de descarnar (MILLER, 1974). Por esta época é constituída, também, uma das máquinas mais importantes para a indústria curtidora – o fulão.

Em fins do século XIX, no ano de 1884, é patenteado o processo de curtimento ao cromo (sistema de dois banhos), fato que se constitui em ponto de partida para curtimentos mais estáveis. A seguir, em 1893, é desenvolvido o sistema de curtimento com sais de cromo básicos (WILSON, 1941).

No inicio do século XX, Wood estuda amostras de infusões obtidas de excrementos e os substitui por enzimas provenientes de outras fontes, tais como pâncreas de animais.

Em 1908, Rohm obtêm a patente do produto OROPON, que seria a primeira purga artificial.

No ano de 1913, é anunciada a síntese do primeiro tanino, conhecido como penta-meta-digaloil-beta-glicose (HOINACKI et al., 1994).

A partir de então, a evolução e o progresso são contínuos, com a utilização da ciência na elucidação de problemas e no estudo tanto das estruturas da pele quanto de novos produtos, processos e operações (HOINACKI et al., 1994).

Segue-se a descoberta de novos produtos, agora com a utilização da síntese orgânica. Os produtos naturais passam a ser substituídos por produtos sintéticos. Novos produtos são elaborados para serem utilizados nas diferentes etapas do processamento, tais como tensoativos, corantes, produtos auxiliares, óleos, bem como produtos para o acabamento de couro (HOINACKI et al., 1994).

Também no campo das máquinas utilizadas nas diferentes operações a evolução é continua. Assim, novas máquinas são inventadas e as antigas aperfeiçoadas. A evolução ocorre também pela aplicação da ciência no estudo das diferentes etapas de trabalho e na racionalização do mesmo.

No entanto, apesar de todo o progresso relacionando com máquinas e produtos, a matéria-prima continuou praticamente a mesma, com a mesma textura e com os mesmos problemas.

Os artefatos elaborados de couro ao longo da história

A utilização que o homem começou a dar à pele, ao que parece, decorreu do atendimento imediato a certas necessidades. Assim, é de se supor que a primeira utilização tenha sido como vestuário, posteriormente como habitação, na construção de tendas e no uso como tapetes. A segunda etapa da utilização consistiu na elaboração de utensílios como recipientes para líquidos, sacos e bolsas. Em etapa mais avançada são elaboradas armas de caça como arcos para flechas. O homem, obedecendo ainda a instintos agressivos, prepara equipamentos guerreiros, como couraças, escudos e peças para a proteção do corpo. Em etapa posterior elabora adornos e amuletos de couro (HOINACKI, et al., 1994). Em 400.000 a.C. tem inicio à costura das peças de couro, usando, para isso, fibras vegetais e pedaços de ossos como ferramentas. Finalmente, é mais tarde que o homem protege seus pés, surgindo então às primitivas sandálias que, com o decorrer do tempo, evoluem, transformando-se em peças fechadas; ou seja, o sapato.

Segundo a enciclopédia livre Wikipédia: No Egito antigo, encontraram-se pedaços de couro curtidos cerca de três mil anos A. C. Na China, a fabricação de objetos com couro já era efetuada muito antes da Era Cristã (http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Direitos_de_autor).

A História registra, ainda, que babilônios e hebreus usaram processos de curtimento, e que os antigos gregos possuíram curtumes. Além disso, os índios norte-americanos também conheciam a arte de curtir (HOINACKI et al., 1994).

A partir do século VIII, os árabes introduziram na Península Ibérica a indústria do couro artístico, tornando famosos os couros de Córdova (http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Direitos_de_autor).

Em Pérgamo desenvolveram-se, na Idade Antiga, os célebres "pergaminhos", usados na escrita e que eram feitos com peles de ovelha, cabra ou

bezerro. Com o couro eram feitos, também, elmos, escudos e gibões. Os marinheiros usavam-no nas velas e nas embarcações de navios (HOINACKI et al., 1994).

No Brasil, desde que a colonização se intensificou, os rebanhos se multiplicaram rapidamente. Os curtumes eram instalados facilmente e o couro era utilizado para fazer alforjes, surrões, bruacas, mochilas, roupas, chapéus, selas, arreios de montaria, cordas e muitas outras utilidades (WILSON, 1941**).**

A região de maior concentração de curtumes de ribeira ficam localizados no centro-oeste do Brasil, devido a proximidade dos rebanhos (MILLER, 1974)

Nos útimos anos, em virtude de ser um material de custo alto pela tendência da moda e outras exigências da vida moderna, ampliou-se consideravelmente o mercado de materiais diversos: sintéticos e naturais em substituição ao couro. Também alcançou grande projeção no mercado o couro reconstituído ("recouro"), um misto de aparas de couro, resinas e outros produtos (MILLER, 1974).

De qualquer forma, o couro não perdeu sua posição de material nobre, sendo requisitado para a confecção de estofados (mobiliário e automotivo), calçados, cintos, carteiras, maletas, pastas e marroquinaria no mundo inteiro (HOINACKI et al., 1994).

O couro bovino é o mais utilizado, entretanto, tem crescido a procura de couros suíno, caprino, ovino e de outras espécies de animais como o jacaré, cobra e atualmente, de rã e peixe (HOINACKI et al., 1994).

3.2. Curtimento com taninos

O termo tanino é muito antigo, tendo sido inicialmente introduzido por Seguin em 1796 de forma a descrever os constituintes químicos de tecidos vegetais responsáveis pela transformação de pele animal fresca em couro (curtimento; tanning em inglês) (RIBÉREAU-GAYON, 1972 *apud* JORGE et al., 2001).

É o tipo de curtimento mais antigo que se tem notícia. Nele são utilizados produtos orgânicos como extratos vegetais, diversos aldeídos e quinonas, parafinas sulfocloradas e inúmeras resinas. A pele curtida desta forma se caracteriza por sua dureza e pouca solidez à luz.

De acordo com Zaman, Khan (1961), a utilização de taninos em artefatos de couros remonta à Antigüidade, considerando que os arqueólogos encontraram artigos em couro datados de 10.000 a.C, mostrando traços de taninos. Segundo Pourrat (1980), somente à partir do final do século XVII que os taninos tiveram uma atuação especial para esta finalidade.

Segundo Doat (1978), nos Estados Unidos, 40% do consumo total de taninos são destinados ao controle de certas argilas, que são indesejáveis na perfuração de poços de petróleo. A aplicação de taninos tornaria estas argilas inativas, facilitando o afloramento do petróleo no respectivo poço.

Os taninos são, geralmente, solúveis em água quente Baud (1951), Chang e Mitchell (1981), Latif (1966), sendo que uma múltipla variedade se situa entre os ácidos fenólicos.

Os taninos podem ainda atingir entre 2 e 40 % da massa seca da casca de muitas espécies (HERGERT, 1962), tais valores podem tornar este produto economicamente viável para a exploração industrial considerando-se a gama de utilizações possíveis. Hillis (1962) se refere aos taninos como sendo compostos fenólicos naturais apresentando pesos moleculares compreendidos entre 500 e 3000.

Segundo Trugilho et al. (1997), em onze espécies de plantas típicas do Cerrado Mineiro (Quadro 1) encontraram o teor de tanino utilizando a metodologia apresentada por Doat (1978):

$TST = \frac{P_S}{P_U} \times 100$, onde: TST - teor de sólidos totais, em porcentagem; PS - peso da alíquota seca; e PU - peso inicial da alíquota.

$TTC = \frac{N^{O} STIANY}{TST} \times 100$, onde: TTC - teor de taninos condensados na solução, dado em percentagem.

N° STIANY - peso de tanino condensado na solução em gramas.

E o Teor de taninos condensados, base a casca seca, determinado por:

$TTC(\%) = \frac{TEA}{TTC} \times 100$, onde: TCC é o teor de taninos condensados na casca, dado em percentagem; TEA é o teor de extrativo totais em água quente, em percentagem e; TTC é o teor de taninos condensados na solução.

Quadro 1. Valores médios do teor de extrativos totais em água quente, de taninos condensados crescentes no extrato total e na casca de espécies vegetais (TRUGILHO et al., 1997).

ESPÉCIE	TEA (%)	TTC (%)	TCC(%)
Açoita cavalo	33,70	17,52	5,90
Angico cangalha	13,95	76,16	10,62
Angico vermelho	35,55	52,08	18,51
Goiabeira	25,80	61,94	15,98
Jacarandá branco	17,50	21,25	3,72
Jacarandá mineiro	12,85	38,57	4,96
Óleo copaíba	14,65	38,21	5,60
Pau jacaré	26,95	69,13	18,63
Pau pereira	15,15	8,89	1,35
Sucupira	19,45	43,38	8,44

TEA = Teor de extrativos totais em água quente; **TTC =** Teor taninos condensados presentes no extrato total; **TCC =** Teor taninos condensados na casca.

3.3 Pele

Como as peles constituem a matéria-prima da indústria do couro, é necessário conhecer sua estrutura, as zonas e camadas que as compõem, bem como as particularidades de cada tipo usado industrialmente.

Os conhecimentos no processo de curtimento aumentaram com aplicação da histologia no estudo da pele e análise nas diferentes etapas pelas quais elas necessitam passar, até chegarem ao estado de conservação permanente (couros ou peles processadas).

A estrutura histológica de uma pele se diferencia de uma espécie para outra e dentro da mesma espécie, mesmo animal, segundo a parte da pele que se tome como amostra.

Numerosos fatores podem interferir nessas diferenças, como a espécie, condições de criação e manejo aplicado. Com essas diferenças, as peles das várias espécies de peixes, exigem técnicas diferenciadas de curtimento, em tempo ou quantidade de produtos, acréscimo de um ou outro produto químico, até mesmo o aumento do número de etapas ou a necessidade de repetição de determinadas etapas.

3.3.1. Pele propriamente dita

A pele propriamente dita representa o tecido externo, resistente e elástico, que envolve o corpo dos animais. Apresenta muitas funções fisiológicas, como a excreção, proteção contra a invasão bacteriana e agentes exteriores e ainda é responsável pela recepção de estímulos. A pele é composta de duas camadas: a epiderme e a derme (SOUZA, 2004). Abaixo destas duas camadas e sobre o tecido muscular está presente o tecido subcutâneo ou hipoderme. Quando a pele é recebida pelo curtidor encontra-se com as três camadas mencionadas.

3.3.2. Estrutura da pele de peixe

A pele é constituída, em sua estrutura primária, por cadeias de aminoácidos (glicina e prolina) unidos entre si (PASOS, 2002). Estas cadeias de aminoácidos dão lugar à estrutura secundária em forma de hélice que interage com outras cadeias através de ligações transversais Sanches & Araya (1990). Segundo os mesmos autores, a quantidade de hidroxiprolina no colágeno das peles de peixes, difere entre as espécies, interferindo na temperatura de retração ou encolhimento da pele, onde ocorre a ruptura dos enlaces de hidrogênio da cadeia de colágeno de forma irreversível. Com isso ocorre a desnaturação protéica e particularmente no colágeno, ocorre a gelatinização, que morfologicamente se manifesta por uma forte contração das fibras no sentido longitudinal e tornam-se transparentes e elásticas.

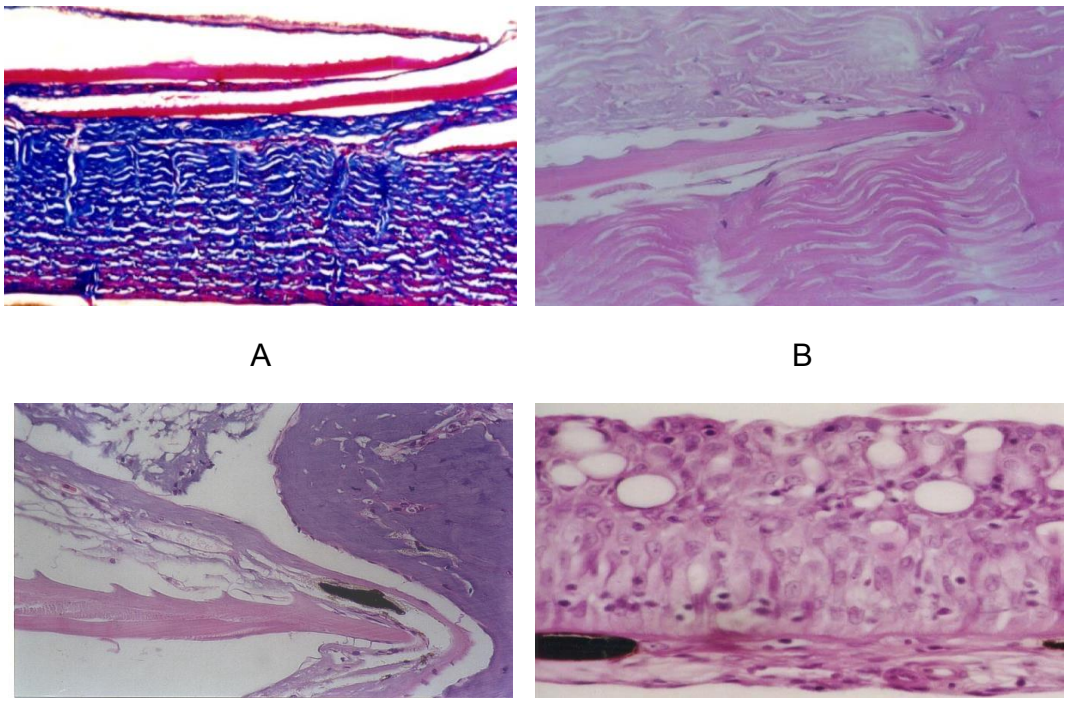
Esta série de interações entre as cadeias de aminoácidos dá lugar à filamentos e fibras de colágeno, que é a proteína essencial da pele. Portanto, a pele é um tecido desordenado constituído por fibras unidas entre si. Esta estrutura é responsável por importantes propriedades como uma grande resistência ao rasgamento e uma alta capacidade de absorção de água, de forma que é capaz de absorver umidade uniformemente por toda a estrutura e liberá-la depois de algum tempo.

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

A hipoderme ou tecido subcutâneo é a camada que assegura a união da pele com os músculos (carne) do animal, e deve ser eliminada mecanicamente pela etapa de descarne. O tecido subcutâneo esta constituído por um entrelaçamento muito forte à base de fibras largas dispostas quase paralelamente

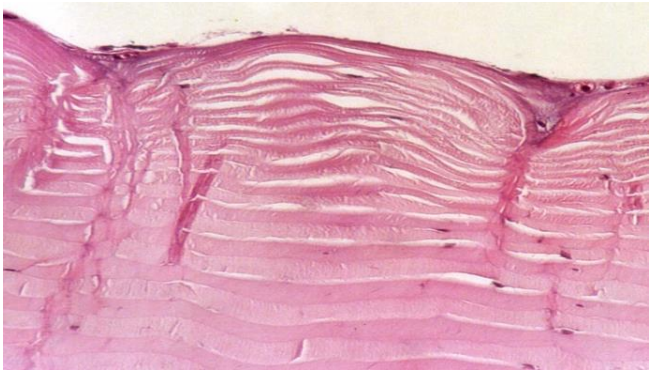
à superfície da pele. Entre suas fibras encontram-se células graxas em maior ou menor quantidade, segundo a espécie animal, as quais às vezes são consideradas como tecido adiposo. Todos estes tecidos combinados formam a carne “carne” ou carnaça na tecnologia do curtume (SOUZA, 2004).

A pele propriamente dita é composta pela epiderme, pela derme e hipoderme. Para Moreira (2001) a pele de peixe está subdividida em epiderme (Figura 1), que é superficial e fina, com as glândulas mucosas, e a derme, mais interna e espessa, onde se inserem vasos, nervos e órgãos sensoriais. A derme possui estruturas mais fibrosa e nela ocorre a formação de escamas. Moreira (2001) afirma que a derme apresenta ainda os cromatóforos (células pigmentadas), que se localizam nas camadas mais externas, e que quando ativadas, migram para as camadas externas da pele, conferindo coloração ao peixe. Eles possuem função no mecanismo de mimetismo (adaptação da cor do peixe ao meio ambiente) e na reprodução, como caráter de dimorfismo sexual transitório ou de atração sexual. As glândulas localizam-se na epiderme e produzem um muco isolante que recobre todo o corpo dos peixes, com o objetivo de facilitar sua locomoção e proteger o peixe da entrada de agentes patogênicos.



A B

C D



E

Fonte: Souza (2004)

Figura 01 - A pele propriamente dita: epiderme (a, b, c, d) e derme (e).

Em algumas espécies particulares, podem ser encontrados órgãos acessórios na pele, como escamas, células glandulares, glândulas de veneno e órgão luminoso (HIBIYA, 1982 *apud* MATIAS *et al*., 2001). As escamas crescem durante a vida do animal (escalimetria) e, geralmente determinam um série de anéis concêntricos (PADUA, 2006).

É importante a análise da arquitetura histológica da derme, que difere quanto à orientação e disposição das fibras colágenas em cada espécie de peixe. As fibras podem estar dispostas em camadas sobrepostas e intercaladas por camadas com orientação contrária das fibras, de forma que as camadas de fibras ficam cruzadas entre si. Complementando essa amarração das fibras colágenas, em muitas peles de peixes encontram-se fibras dispostas perpendicularmente à espessura, parcial ou total da derme (JUNQUEIRA et al., 1983; SOUZA, LEME DOS SANTOS, 1995; DOURADO et al., 1996; MACHADO, 2001).

Almeida (1998) também cita que a análise em microscópio de polarização de corte histológico de peles de muitas espécies indica que os feixes de fibras de colágeno se dispõem em ângulos próximos a 45º ao longo da pele, cruzando com os perpendiculares, podendo ocorrer uma diversidade na disposição e orientação das fibras colágenas entre as diferentes espécies de peixes.

3.3.3. Tipos de peles

Entre as particularidades de cada tipo de peles temos: textura, estrutura e material protéico. Algumas destas características são evidenciadas pelo tamanho e espessura da matéria-prima. Assim, em função das características que cada tipo de couros. Resulta daí a necessidade de estudar cada tipo de pele usada, industrialmente, procurando conhecer suas características de textura e riqueza em material protéico (HOINACKI, 1994).

Pele vacum

Apresenta as três camadas que a constituem bem definidas. A espessura da pele e a maneira como os feixes de fibras estão entrelaçadas variam de zona para zona. Assim, existem zonas extremamente ricas em textura e material protéico, como é o caso da zona do grupão este resulta do recorte em que são eliminadas, as zonas dos flancos e a zona dos ombros com a cabeça. Por ser a zona mais rica em textura e substancias dérmica, é utilizada na obtenção de couros pesados como solas (ROGERS, 1953). De outro lado, as zonas mais pobres em textura e material protéico constituem as zonas dos flancos. Estes flancos constituem as zonas mais pobres em textura e substâncias dérmica, quando comparadas com as demais zonas da pele. Podem ser utilizados na obtenção de couros para bolsas. Carteiras e pastas (SHARPHOUSE, 1971).

Do mesmo modo, a angulação entre feixes varia de acordo com a zona da pele. Tais fatos podem levar a diferença no que concerne às características físico-mecânicas.

A culatra corresponde à zona da pele que inclui o grupão e parte dos flancos, com a exclusão dos ombros e da cabeça. A culatra não apresenta a mesma uniformidade em toda a área, por incluir parte da zona dos flancos.

Pele de bezerro

Em corte histológico, permitem distinguir perfeitamente as três camadas que constituem, quais sejam, epiderme, derme e hipoderme.

A epiderme concorre em pequena percentagem para a espessura total da pele, variando muito o pouco nas diferentes zonas.

A pele de bezerro, por apresentar flor fina, presta-se para a obtenção de diferentes artigos, entre eles, couros para calçados vestuário.

Pele de ovelha

A pele de ovelha apresenta suas particularidades. Em primeiro lugar, o entrelaçamento das fibras que constituem a estrutura não é compacta como a da pele de bezerro. Em segundo lugar. Os feixes de fibras da camada reticular formam ângulos muito grandes e estão dispostos quase horizontalmente.

Outra característica saliente desse tipo de pele é a camada papilar que constitui mais da metade de sua espessura. Nessa camada há número muito grande de glândulas sebáceas e sudoríparas.

O teor de gordura da pele de ovelha é da ordem de 10 a 30% (ORT-MANN, 1945) e em grande parte localizada entre as camadas termostática e reticular. Essas peles, por apresentarem teores elevados de gordura, devem ser submetidas a uma etapa especial de desengraxe, que é efetuada após o píquel (SHARPHOUSE, 1871). Com essa remoção de gordura, resultarão zonas vazias e soltas entre a camada reticular e a flor.

A pele da ovelha, por apresentar textura mais pobre, presta-se também para a obtenção de um tipo de couro denominado chamois (SHARPHOUSE, 1985). Esse couro é obtido por tratamento da pele de ovelha com óleo com elevado índice de insaturação, como o de peixe (PORÉ, 1974). Uma das características apresentadas pelo chamois é a de reter grande quantidade de água, que poderá ser eliminada submetendo o mesmo a pressão. O couro chamois sua aplicação tais como limpeza de lentes, retenção de água, quando da filtração de combustíveis e como couro para vestuário.

Pele de cabra

A pele de cabra caracteriza-se por apresentar uma estrutura histológica intermediaria entre a pele de bezerro e a de ovelha. Na camada reticular suas fibras são mais espessas do que as de ovelhas a menos espessas só que nas de bezerro. Na região do grupão seus feixes de fibras apresentam melhor entrelaçamento e compactação que o das peles de ovelhas, porém menores do que os das peles de bezerro.

As peles de cabra são utilizadas tanto na obtenção de couros para vestuário como para calçados. Outra utilização seria na preparação de couros, extremamente macios, para luvas, os quais recebem o nome de pelica.

Pele de mestiço

Outro tipo de pele é a pele de mestiço. Esse animal resulta do cruzamento de cabras com ovelhas e constitui, portanto, um hibrido (WILSOM, 1941). Sua pele apresenta uma estrutura intermediária entre a pele de ovelha e a de cabra.

A camada flor apresenta espessura duas vezes maior do que a espessura da camada reticular (WILSOM, 1941).

Esse tipo de pele, comparado com a pele de ovelha, apresenta, quando curtido, menor tendência ao desprendimento da camada da flor.

As utilizações que são dadas a essa pele são praticamente as mesmas de uma pele de ovelha.

Pele de cavalo

A pele de cavalo apresenta bem definida as camadas epidérmica, dérmica e hipodérmica. As camadas podem ser facilmente visualizadas pelo exame sob microscópio de corte histológico.

Esse tipo de pele encontra aplicação como na obtenção de couros para vestuário. do tipo camurça, por exposição da camada carnal. Por sua vez, a camada inferior, com estrutura fechada, é utilizada na obtenção de atanados.

Pele de porco

A pele de porco, quanto à estrutura, apresenta também particularidades e características próprias.

Uma característica desse tipo de pele reside no fato de apresentar pêlos bastante desenvolvidos e de maior diâmetro. Os pelos da pele de porco são denominados de cerdas.

O teor de gordura apresentado por esse tipo de pele é bastante elevado e gira em torno de 10 a 24% (BRUN, 1989). Quando do processamento, a gordura deve ser eliminada, em etapa de desengraxe, com o emprego de tensoativos e solventes. O desengraxe, na maioria dos casos, é efetuado após a etapa do píquel.

Os couros de porco poderão, ainda, ser usados na elaboração de artefatos como bolsas, carteiras e luvas, dependendo evidentemente do processamento a que forem submetidas as peles.

Pele de répteis

O corpo dos répteis é recoberto por escamas epidérmicas ou por placas córneas (THORSTENSEN, 1969).

As escamas e formações queratinosas desempenham as funções da epiderme dos animais de sangue quente. A estrutura apresentada por tais peles também é diferentes das demais peles até aqui estudadas pelo fato de apresentarem os feixes de fibras dispostos paralelamente à superfície das peles.

Dentro desse grupo estão incluídas as peles de lagartos, cobras, jacarés e crocodilos. Essas peles, quando transformadas em couros, encontram aplicações nos mais diversos artefatos de couro, tais como sapatos, bolsas, carteiras, etc.

Pele de coelho

A pele do coelho é um subproduto que pode ser beneficiado para se obter, após um processo de curtimento, uma matéria-prima com elevada maciez,

elasticidade e beleza, proporcionando um couro interessante para vestuário e artefatos em geral (SOUZA. 2006).

A pele do coelho é composta basicamente por duas porções: epiderme e derme. A epiderme composta por tecido epitelial de revestimento estratificado queratinizado, fino e apoiado em membrana basal espessa. (SOUZA. 2006).

A derme é composta pelas camadas papilar e a reticular. Entre as glândulas sebáceas podem ser notadas as fibras colágenas encontradas na derme reticular são mais espessas, ondulada e mais longa. (SOUZA. 2006).

Pé de galinha

Apreciadas na fabricação de adornos e pulseiras de relógio.

Esta diferença de estrutura das diferentes peles tem provocado a evolução continua deste setor, seja através de pesquisas cientificas ou de experiências empíricas que muito tem contribuído para a busca de novos mercados. (HOINACKI, 1994).

Rã-touro – (*Rana catesbeiana*)

A pele de rã é considerada um subproduto, tornando-se um problema para o produtor ou para a unidade de beneficiamento, pois representa de 4,5 a 10% do peso corporal da rã. Portanto, de certa forma, a pele torna-se um desperdício, pela falta de conhecimento da sua possibilidade de ser utilizada no curtimento, qualidade da matéria-prima, sistemas de conservação e armazenamento, para um possível processamento ou comercialização para curtumes (SOUZA. 2006).

Pele de peixe

A pele de peixe é um produto nobre e de alta qualidade, possuindo a resistência como característica peculiar. Além dessas características, para as espécies de peixes com escamas, as lamélulas de proteção, na inserção das escamas, após o curtimento, produzem um couro de aspecto típico e difícil de ser imitado, garantindo uma padronagem exclusiva e de alto visual (SOUZA, 2006).

3.3.4. Mercado de pele no Brasil

O mercado de peles no Brasil encontra-se assim dividido: o de peles bovinas que processa cerca de 65% das peles e o das demais peles que assume o processamento dos restantes 35% (HOINACKI, 1994).

3.4. Tecnologia para o curtimento de peles de peixes

Para melhor compreender o processo de curtimento das peles de peixes, é importante fazer algumas considerações sobre as espécies de peixes que permitem a obtenção de peles de melhor qualidade, a produção dessas espécies, tamanho de abate, assim como, uma abordagem sobre a pele propriamente dita camadas, constituição, desenho de flor), o abate e a extração da pele(esfola), os métodos de conservação e cuidados no armazenamento, os possíveis defeitos na pele e possibilidade de correção dos defeitos, os parâmetros utilizados para a classificação antes e após o curtimento, o processo completo de curtimento, os fatores que interferem na qualidade do couro, as técnicas para curtimento artesanal e industrial, couros curtidos com sais de cromos e couros ecológicos, teste de resistência dos couros, equipamentos necessários para o funcionamento de uma pequena unidade de processamento de pele semi-acabadas e com acabamento. (SOUZA, 2006).

3.4.1. Qualidade da pele de peixe

De acordo com Larezzi (1988) *apud* Souza *et al*., (2003), a pele de peixe é um produto nobre e de alta qualidade, possuindo resistência como característica peculiar. Além dessa característica, para as espécies de peixes com escamas, as lamélulas de proteção, na inserção da escama (ALMEIDA, 1998), resultam, após o

curtimento, em um couro de aspecto típico e difícil de ser imitado, garantindo exclusiva padronagem de alto impacto visual (ADEODATO, 1995).

Segundo Ingram, Dixon (1994), as peles de peixes são consideradas um couro exótico e inovador, com aceitação geral em vários segmentos da confecção. Entretanto, para chegar aos grandes atelieres, devem passar por um processo tecnológico que possibilita qualidade superior ou não à pele curtida (couro), dependendo do processo utilizado, das condições de armazenagem até o curtimento, do tempo e dos produtos utilizados no curtimento. Outro aspecto importante é a comprovação da resistência desse couro por testes físico-mecânicos que determinam a qualidade para uso na confecção de vestuários, sapatos ou artefatos em geral.

A caracterização quanto à 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.

Apesar de as peles de peixes diferirem quanto à estrutura dérmica, à disposição, à orientação e à constituição das fibras colágenas, para as operações de curtimento e terminação dos testes de resistência, existem normas específicas somente para couros de mamíferos. Além disso, a área útil do couro dificulta a retirada dos corpos-de-prova, dificultando as análises de 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 (ALMEIDA, 1998).

Alguns fatores são determinantes para estabelecer a qualidade da pele de peixe. São eles:

1) a espécie do peixe, em função da disposição das fibras colágenas;

2) a idade do peixe, em função do peso do peixe;

3) a conservação, em função da pré-determinação de sua utilização.

O processo para o curtimento de pele inicia-se pelo abate, podendo ou não passar pelo deposito. Em seguida acontece à operação de ribeira, depois a operação de curtimento propriamente dita e na finalização, a operação de acabamento Importante no abate é a esfola dos peixes, podendo as peles ser ou não conservadas para o processamento.

Quanto ao tamanho do peixe está diretamente relacionando com a espessura da pele, pois à medida que o peixe vai crescendo vai aumentando a espessura e, conseqüentemente, a quantidade de fibras colágenas, fibras estas que reagirão com os agentes curtentes, dando a característica de resistência ao couro. Segundo Craig et al. (1987), tem sido verificada nas peles de algumas espécies a distribuição das fibras colágenas de acordo com o seu tamanho. Os parâmetros que indicam a tração (carga de força, tensão de tração e elasticidade) podem ser correlacionados com a quantidade e a orientação das fibras colágenas. E a espessura da derme é determinada, principalmente, pela proporção das fibras colágenas na pele (FUJIKURA et al., 1988).

3.4.2. Etapas de pré-curtimento da pele

Segundo Viegas & Rossi (2001), nas técnicas de processamento de peixes deve-se levar em considerações alguns fatores:

Esfola

A finalidade é remover a pele de peixe, devendo ser obedecida determinada orientações quanto às linhas de corte, evitando-se furos e riscos. Quando a remoção é mal conduzida, deixa a pele com formato inadequado, afetando seu aproveitamento, não apresentando a mesma textura e qualidade em todas as partes.

A esfola consiste em: observar a linha de corte; remover as pele; retirar as partes indesejáveis; fazer o pré-descarne; lavagem com água fria; embalar em saco plástico e; não expor ao sol.

Uma má esfola pode conduzir à pele de formato defeituosa podendo desvalorizar a matéria-prima.

Conservação das Peles

A conservação tem por finalidade interromper a decomposição da matéria-prima, conservando-a até o início do processamento. Este processo baseia-se na desidratação da pele impedindo o desenvolvimento bacteriano e ação enzimática. Geralmente o sal é utilizado. A desvantagem de sua utilização se refere à enorme quantidade a ser empregada ocasionando problemas de poluição. Também são utilizados outros conservantes como agentes anti-sépticos.

O sal não deve exceder 50% do peso das peles. Para uma conservação ótima devem-se observar as seguintes especificações: pureza do sal – 98 a 99%, granulometria – 1 a 3 mm, estocagem – 7 a 10ºC, umidade relativa na câmara de armazenamento – 85 a 90%.

As peles devem ser conservadas por este método entre 3 e 4 horas após a sua retirada. Na salga em pilhas são necessárias mais de 24h para que a flor e a água alcancem o mesmo grau de saturação.

A salga a seco constitui um dos processos mais simples. O fundo do recipiente deve ser revestido com uma camada de sal. Nesta seção não devem existir encanamentos que possibilitem a condensação de água e gotejamento sobre as peles.

Os defeitos que ocorrem em peles salgadas são oriundos de bactérias halófilas e do sal empregado contaminado com impurezas tais como sais de magnésio. Em ambos os casos são verificados manchas de diferentes cores.

A classificação dos couros conservados por salga é feita da seguinte forma:

Primeira qualidade: couros limpos, bem descarnados, sem apêndices, cores, furos, cicatrizes e calosidades;

Segunda qualidade: couros limpos, sem cicatrizes, calosidades, cortes e furos. São tolerados riscos e arranhões superficiais;

Terceira qualidade: couros limpos e bem conservados com defeitos que não comprometem pelo o menos 50% do produto;

Quarta qualidade: refugo.

3.4.3. Defeitos originados durante o processamento da pele

Tanto a salga como as operações de ribeira, curtimento e acabamento podem produzir defeitos. Uma operação de ribeira mal conduzida pode provocar flor solta, precipitação de carbonato de cálcio sobre a flor, descascamento ou rompimento da flor, etc. Durante o píquel e curtimento pode ocorrer emboloramento do material piquelado, curtido ao cromo ou ao tanino. Excessiva ação mecânica ou concentração elevada de curtentes pode produzir rugas.

3.4.4. Processos de curtimento

A transformação da pele em couro, produto imputrescível é um processo no qual esta deve ser submetida ao curtimento. Para tanto é mantida a natureza fibrosa, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do material interfibrilar, proporcionando uma maior facilidade de ação de produtos químicos. Após essa preparação da pele, estas são tratadas com substâncias curtentes, que as transformam em couros ou peles processadas (curtidas), preservadas dos processos autolíticos ou ataque microbiano (HOINACKI, 1989 *apud* SOUZA 2004). Assim, a pele é transformada em um material imputrescível, com características de maciez, elasticidade, flexibilidade, resistência à atração, enfim, com determinadas qualidade físico-mecânicas, sendo denominado este processo de curtimento.

Devido à grande variedade de couros, é fácil supor que são muitos os tipos possíveis de curtimento, e estes podem ser englobados em dois grandes grupos:

3.4.5. Curtimento com cromo trivalente

O curtimento Mineral mais conhecido é à base de cromo, utilizando-se sulfato de cromo com 33% de basicidade. A procedência do sal deste processo é de extrema importância, pois o cromo deve estar totalmente na forma de Cr^{3+} (cromo trivalente). Nesta forma, o cromo reage melhor com as fibras colagênicas, curtindo o couro e não oferecendo riscos cancerígenos. Vale lembrar que todo metal pesado é cumulativo e danoso ao meio ambiente.

Uma pele curtida com cromo se caracteriza por ser elástica e de fácil polimento. Além disso, a pele curtida ao cromo possui grande permeabilidade ao ar e ao vapor. Os couros secos podem agüentar temperaturas de até 300ºC.

Os agentes curtentes de cromo mais comuns são:

Alúmen de cromo: subproduto da indústria orgânica;

Dicromatos: a matéria-prima para sua obtenção é a cromita;

Sulfato básico de cromo: obtido a partir do dicromato básico de potássio reduzido a cromo trivalente em meio ácido;

Sulfato de cromo comercial: os sulfatos de cromo são sólidos de cor verde e cujo conteúdo varia entre 22 e 27% de óxido de cromo.

Alguns fatores podem interferir significativamente no curtimento. A basicidade, por exemplo, é muito importante. Sais de cromo com baixa basicidade conferem aos couros flor lisa, porém vazia. Por outro lado, alta basicidade leva a flor áspera. O aumento da basicidade aumenta o poder curtente e diminui a penetração. A temperatura também é importante. Para curtimento com sais de cromo auto-basificantes recomenda-se trabalhar nas etapas finais com temperaturas entre 35 a 40ºC. Sais neutros provenientes do píquel podem interferir na constituição dos sais de cromo além de provocar a capacidade de combinação da pele com os complexos de cromo que apresentam ação encorpante.

Após a etapa de curtimento ao cromo o couro assim obtido é chamado de "wet blue" devido à sua consistência e coloração.

3.4.6. Curtimento com produtos orgânicos

Produtos naturais

O curtimento natural se dá pela utilização de taninos vegetais, ou seja, extrato de plantas que possuem afinidade pelo colágeno, transformando a pele sujeita ao apodrecimento em couro não putrescível.

A desvantagem de sua utilização está na grande quantidade de curtente que se necessita. A vantagem é que a pele curtida com produtos orgânicos não produz alergias. Sua principal utilidade é como couro de sola de sapato.

Para Gonçalves, Lelis (2001), substância tanante é sinônimo de substância que tem o poder de transformar pele animal em couro devido à sua atuação adstringente de retirar a água dos interstícios das fibras, contrair tecidos orgânicos moles e impedir a sua putrefação. O tanino ocorre na maioria das plantas superiores, em diferentes quantidades. Em geral, são obtidos da madeira e/ou casca de muitas folhosas e da casca de algumas coníferas. Entre as famílias que apresentam tanino estão as leguminosas, anacardiáceas, mirtáceas e rubiáceas.

Estas propriedades únicas dos taninos permitem então transformar a "pele" dos animais, extremamente putrescíveis em "couro" capazes de suportar tratamentos rigorosos, além de conferir resistência ao apodrecimento.

De acordo com Zaman, Khan (1961), os taninos em combinação com a soda caústica, podem controlar a viscosidade de líquidos no interior de canalizações, impedindo a obstrução das mesmas. Podem ser utilizados como componentes importantes (fenóis naturais) para fabricação de adesivos (taninos - formaldeídos) para a madeira e derivados. Podem agir ainda como floculantes de certos minerais e também como um produto de purificadores da gasolina, por sua ação comprovada de eliminação das mercaptanas (impurezas da gasolina).

Produtos sintéticos

Estes curtentes foram desenvolvidos para suprir a carência de extratos taninos vegetais de determinados países.

Taninos sintéticos são produtos derivados da condensação do fenol, cresol e naftalenos com um aldeído, como o furfural (PANSHIN et al., 1962).

3.5. Formas de taninos

Uma definição mais precisa e muita empregada atualmente para taninos foi dada por Haslam (1989), segundo qual o termo designa os metabólitos secundários de natureza polifenólica extraídos de plantas, taninos vegetais, que foram classificados em dois grupos: as proantocianidinas, que são os taninos condensados, responsáveis pelas características normalmente atribuídas a estas substâncias, como adstringência, precipitação de proteínas etc., e os taninos hidrolisáveis, que são ésteres do ácido gálico e seus dímeros (ácido digálico ou hexaidroxidifênico e elágico) com monossacarídeos, principalmente a glucose.

De acordo com Hemingaway (1989), o significado dos taninos para as plantas se refere aos produtos naturais e fenólicos baseados no ácido gálico (taninos hidrolizáveis) ou sobre os poliflavonoides (taninos condensados). Ainda segundo este autor, as plantas apresentam uma habilidade natural de defesa contra seus inimigos naturais, e esta capacidade de defesa estaria ligada a presença de tanino.

Normalmente, os taninos hidrolisáveis são divididos em galotaninos, que produzem ácido gálico após hidrólise e em elagitaninos, que produzem ácido elágico após hidrólise (NASCIMENTO, MORAIS, 1996; GARRO et al., 1997).

Estes taninos não são muito comuns em madeiras, quando comparados aos taninos condensados.

3.5.1. Taninos hidrolizáveis

As moléculas dos taninos hidrolizáveis apresentam estruturas caracterizadas por um poliol como núcleo centrais (geralmente D-glucose), cujos grupos hidroxila se encontram parcial ou totalmente esterificados por grupos fenólicos (CANNAS, 1999). Estes seriam responsáveis pela defesa da planta contra os herbívoros (ZUCkER.1983). Quanto a ação dos taninos hidrolizáveis sobre os herbívoros, Metche (1980), relatou que estes compostos estariam implicados no processo digestivo destes animais, dificultando-o em decorrência da complexação dos taninos com certas proteínas ligadas a produção de enzimas digestivas.

3.5.2. Taninos condensados

Os taninos condensados perfazem, aproximadamente, a metade da matéria seca da casca de muitas árvores. Eles constituem a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, perdendo apenas para a lignina. Além de serem potentes antioxidantes, possuem larga aplicação na complexação com proteínas, sendo por isto muito empregado na indústria de couros (HAGERMAN et al.,1997; ARGYROPOULOS, 1999).

Numa linguagem genérica, Pizzi (1993), afirma que os taninos vegetais ou naturais são por definição substâncias que apresentam a propriedade de se associar e de se combinar com proteínas e com certos poliois. Este comportamento é a base das propriedades tanantes que eles exercem sobre o colágeno da pele dos animais ao curso de sua transformação em couro.

3.5.3. Espécies vegetais com potencial tanífero.

De acordo com Hemingway (1989), os taninos hidrolizáveis seriam responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros e os taninos condensáveis iriam assegurar a defesa contra microorganismos patogênicos (ZUCKER, 1983).

Os taninos podem ainda atingir entre 2 e 40 % da massa seca da casca de muitas espécies (HERGERT 1962), tais valores podem tornar este produto economicamente viável para a exploração industrial considerando-se a gama de utilizações possíveis. Hillis (1962) se refere aos taninos como sendo compostos fenólicos naturais apresentando pesos moleculares compreendidos entre 500 e 3000. A lignina e os taninos representam os dois tipos de polímeros fenólicos de natureza complexa nos vegetais. De acordo com Zucker (1983), os taninos se encontram amplamente distribuídos nas plantas superiores, ocorrendo em aproximadamente 30% das famílias.

O cumatê (*Myrcia atramentífera Barb.Rodr.*) da família *Myrtaceae* , arvoreta pequena na capoeira de terra firme, flores agrupadas em panícula, fruto baga. A casca produz substância tintoral que vira ao negro em presença de amoníaco e que serve para tingimento de roupas e utensílios domésticos. A casca macerada é utilizável na calafetagem de embarcações. Madeira de cor escura, dura, própria para construção civil, carpintaria e marcenaria. Concentração média de 67% de tanino em sua casca (SOUZA, 2002).

Abiurana (*Pouteria guianensis)* da família Sapotaceae usada em ações anticonvulsivas e antiinflamatórias a partir do óleo essencial das folhas (TEIXEIRA et al.,1994;SANTOS et al.,1998), teores de extrativos e polifenois (nº de Stiasny) na casca 31 %(BARBOSA et al.,2007).

Piquiá (*Caryocar villosum*) tem como habitat o Amazonas e Pará e existe também nas Guianas. Nomes populares – piquiá, piquiá-verdadeiro, piqui (PI), pequiá, suarí, petiá, amêndoas-de-espinho, grão-de-cavalo. Tem altura de 20-45m, com tronco de 90-180 cm de diâmetro. Folhas longo-pecioladas, compostas, com folíolos pubescentes na página superior e glandulosos na inferior, de 6-12 cm de comprimento.

Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma espécie arbórea nativa dos Cerrados brasileiros pertencentes à família Caryocaraceae (ARAÚJO, 1995). É também conhecido, de acordo com a região de ocorrência, por piqui, piquiá-bravo, amêndoa-de-espinho, grão-de-cavalo, pequiá, pequiá-pedra, pequerim, suari e piquiá. O nome pequi se origina da palavra tupi "pyqui", em que Py = casca e qui = espinho (FCTMG, citado por ALMEIDA, SILVA, 1994).

Sua ocorrência abrange todo o Cerrado brasileiro sendo encontrado principalmente em regiões de cerradão, cerrado denso, cerrado e cerrado ralo, com distribuição nos Estados da Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais. O pequizeiro floresce durante os meses de agosto a novembro, com os frutos iniciando a maturação em meados de novembro, podendo ser encontrados até início de fevereiro (ALMEIDA et al., 1998; LORENZI, 2000).

A casca do pequizeiro, além de ser utilizada em curtume, é tintorial, fornecendo tinta amarelo – castanha, bastante empregada pelos tecelões mineiros (BRANDÃO et al., 2002). Sua madeira é de ótima qualidade e alta resistência (ALMEIDA, SILVA, 1994), moderadamente pesada e de boa durabilidade, sendo utilizada como moirões e lenha; própria para xilografia, construção civil e naval, dormentes, fabricação de móveis e fonte de carvão para siderurgias (RIBEIRO, 1996).

Ação sobre o material interfibrilar

Entre as fibras e feixes de fibras, localizam-se materiais não fibrosos. Tais materiais são denominados de materiais interfibrilares e são constituídos por proteínas como as globulinas e mucoproteínas.

Grande parte do material interfibrilar é removida durante o remolho e o caleiro (PFANNMULLER, 1956). O material remanescente é removido por hidrolise, por ação das enzimas da purga (PFANNMULLER, 1956) material interfribilar deve ser removido antes do piquel e do curtimento, pois sua permanência pode retardar a difusão dos agentes curtentes. Outros trabalhos

também salientam a remoção do material interfibrilar pela ação das enzimas da purga (KRITZINGER, 1951).

Desta forma, uma das funções da purga consiste na eliminação do material interfribilar. Com isto ocorre a liberação das fibras colágenas, o que influi nas características do produto final (PFANNMULLER, 1956).

A modificação enzimática de proteínas é feita pelo homem há milhares de anos, considerando-se a fabricação do couro a partir da pele de animais (curtume). E a papaína é uma enzima da espécie vegetal *Cariocar papaya*, com ação proteolítica obtida do látex do mamoeiro. A enzima possui amplo espectro de especificidade, os peptídeos, amidas, ésteres e tioésteres são todos susceptíveis para hidrólise catalítica da papaína (http://pt.wikipedia.org/wiki/Papaina).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta e preparação do material

4.1.1. Espécie animal

Foram utilizadas 30 peles da espécie pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) oriundo de sistemas de cultivo e de áreas manejadas do Estado do Amazonas (Tabela 2). As amostras foram obtidas das seguintes fontes: primeiro lote em feiras e mercados da cidade de Manaus-AM; o segundo lote foi adquirido da Reserva de Mamirauá, município de Tefé-Am; e o terceiro lote proveniente do frigorífico Frigopesca no município de Manacapuru-AM, de peixes oriundos da Reserva de Mamirauá, do município de Fonte Boa e do Pantaleão, no município de Tefé. As peles dos peixes foram tratadas aleatoriamente com peixes de diferentes pesos, tamanhos e idades (Figura 2).

Figura 2. Exemplares de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*).

Fonte: Glória (2008)

As peles retiradas dos peixes foram colocadas em sacos plástico, separadas por tamanho e posição do corpo do peixe (dorsal, ventral e caudal), sendo identificadas e mantidas à –18ºC até o momento da realização do curtimento.

Quanto o quadro 2 as amostras foram trabalhadas aleatoriamente sem padronização pela dificuldade de comprar peixe de manejo (da natureza) e estas pela retirada da pele em feira e mercados de Manaus.

Quadro 2: Quantidade de amostras (*Arapaima gigas*) utilizadas no experimento.

Lotes	**Peso do animal (Kg)**	**Quantidade (Nº)**	**Pele-7% (kg)**
1	5	5	2,5
2	25	2	3,5
	36	3	5,04
3	40	5	14
	43	15	45,15
	Total	**30**	**70,19**

4.1.2. Espécies vegetais

As espécies taníferas selecionadas nesta pesquisa foram escolhidas após realização de testes com outras espécies portadoras de elevados teores de taninos. Como fonte acidulante para o meio buscou-se o pericarpo da amêndoa do piquiá, por não ser utilizado como alimento por humanos ou animais silvestres, sendo um resíduo gerado após o consumo do fruto. A enzima proteolítica foi utilizada tendo como base estudos prévios realizados e por não comprometer economicamente ao pequeno produtor na realização do curtimento.

Para a obtenção do tanino, como ingrediente alternativo ao curtimento químico tradicional foram utilizadas cascas das árvores e pericarpos das espécies

vegetais *Myrcia atramentífera Barb. Rodr*. (cumatê), *Pouteria guianensis* (abiurana), plantas que contêm quantidade significativa do agente curtente (SOUZA, 2002; BARBOSA et al., 2007).

Ainda, como agente acidificante no processo de curtimento de peles de peixes, foi utilizado o pericarpo de *Caryocar villosum* (piquiá).

As enzimas proteolíticas, necessárias ao curtimento foram extraídas das folhas de (*Carica papaya*) mamoeiro desidratadas.

4.1.2.1. Processamento das amostras vegetais

A coleta das cascas das árvores (*Myrcia atramentífera* Barb.Rodr. (cumatê), *Pouteria guianensis (*abiurana) e *Caryocar villosum (*Piquiá) foi realizada no município de Rio Preto da Eva/AM, na comunidade Lago do Sucuriju Km 82, ramal Sulivan Portela s/n.- Zona Rural, Estrada da AM-010.

Após a coleta, as cascas foram secas ao ar livre no interior do laboratório de Tecnologia do Pescado à temperatura de 25ºC, por 30 dias e posteriormente reduzidas à fragmentos menores, ou seja, cortadas com ajuda de uma serra elétrica para formação de serragem e os fragmentos maiores divididos em pedaços menores com auxílio de um facão; após, permaneceram à temperatura de 25ºC, até completar a secagem e posteriormente foram embalados em sacos de polietileno até o uso (Figura 3).

A casca do pericarpo de *Caryocar villosum* (piquiá) foi submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60ºC por 72 horas (pode ser seca ao sol durante uma semana); após secagem, o pericarpo foi triturado em moinho de facas WILLEY modelo 0560585, e peneirado em malhas de 9 e 6 mesh para obtenção de um material mais fino e de maior uniformidade.

A folha de *Carica papaya*, (mamoeiro) foi desidratada em estufa de circulação forçada de ar à 50ºC por 3 horas (pode ser seca ao sol por 6 horas); logo após triturada em almofariz e armazenada em sacos de polietileno. Foi utilizado 1% em relação ao peso das peles.

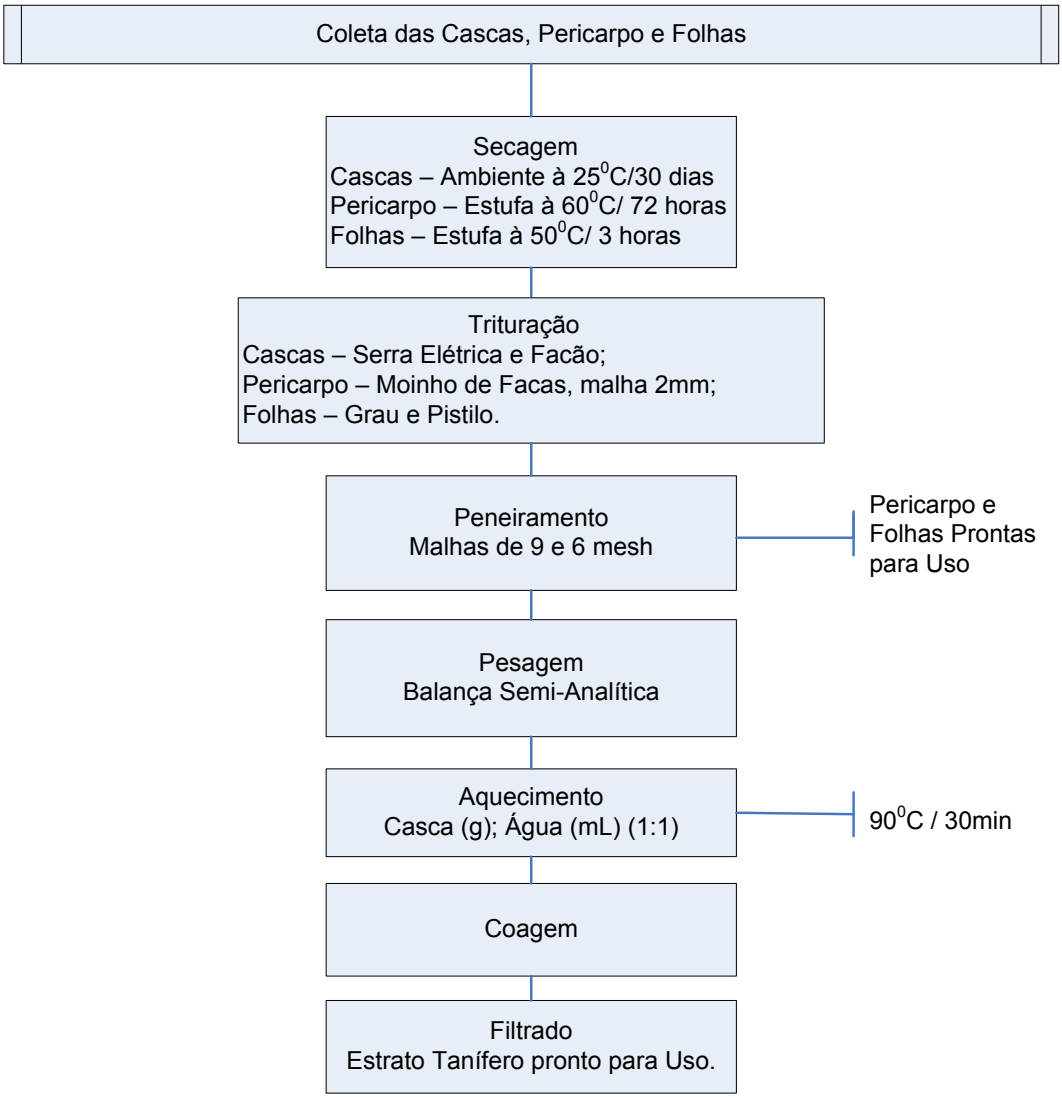


Figura 03 - Fluxograma de processamento das amostras vegetais.

Para um quilo de pele de pirarucu utilizou-se 100% de água (1kg:1L), e a esta mistura adicionou-se 50% do estrato de casca seca das árvores do cumatê ou abiurana, em relação ao volume de água. A casca em pó foi previamente aquecida a temperatura de 90°C/30minutos, em seguida coada e filtrada e adicionada à mistura na seguinte proporção: 1kg de pele:1L de água:1/2kg de casca coada e filtrada.

4.2. Delineamento experimental

No processo de curtimento foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3x3x2, sendo três tratamentos, incluindo o controle e três repetições por tratamento, considerando o couro a unidade experimental.

A utilização de 50% da essência da casca das espécies de árvores foi baseada de conformidade pelas experiências de outros experimentos em laboratório de tecnologia do pescado UFAM.

Quanto o cromo foi utilizado conforme a literatura, em virtude de já ser um processo tradicional.

O pericarpo de *Caryocar villosum*, Aubl. (piquiá), foi utilizado como controlador da acidez comparando com o acido sulfúrico no curtimento tradicional.

Entretanto a folha do mamão (*Carica papaya*) desidratada como enzima em substituição das enzimas industrializadas.

T1 – curtimento utilizando solução aquosa com 50% de essência da casca da árvore do *Myrcia atramentífera Barb.Rodr* (cumatê).

T2 – curtimento utilizando solução aquosa com 50% de essência da casca da árvore de *Pouteria guianensis* (abiurana)

T3 – Curtimento utilizando sais de cromo, seguindo o processo tradicional.

Em T1 e T2, para as etapas do piquel, curtimento, recurtimento e engraxe, foi utilizada a essência do pericarpo de *Caryocar villosum*, Aubl. (piquiá), como controlador da acidez. A folha do mamão (*Carica papaya*) desidratada foi usada como fonte de enzima proteolítica na purga.

Em T3 foi utilizado sal de cromo da marca KROMIUM PP concentrado a 8%; na purga, a enzima protease K com 0,5%; e no piquel o ácido sulfúrico a 7%.

4.3. Processo de curtimento das peles

As peles foram descongeladas à temperatura ambiente e lavadas em água corrente para posterior pesagem. A partir do peso original foram calculadas as

quantidades dos ingredientes nos processos de curtimento. A seguir foram submetidas a várias etapas de preparação para o curtimento (Figura 4):

a) Operação de ribeira (remolho, descarne, caleiro, desencalagem, purga e desengraxe);

b) Operação de curtimento (piquel e curtimento);

c) Operação de acabamento (neutralização, recurtimento, e engraxe secagem e amaciamento).

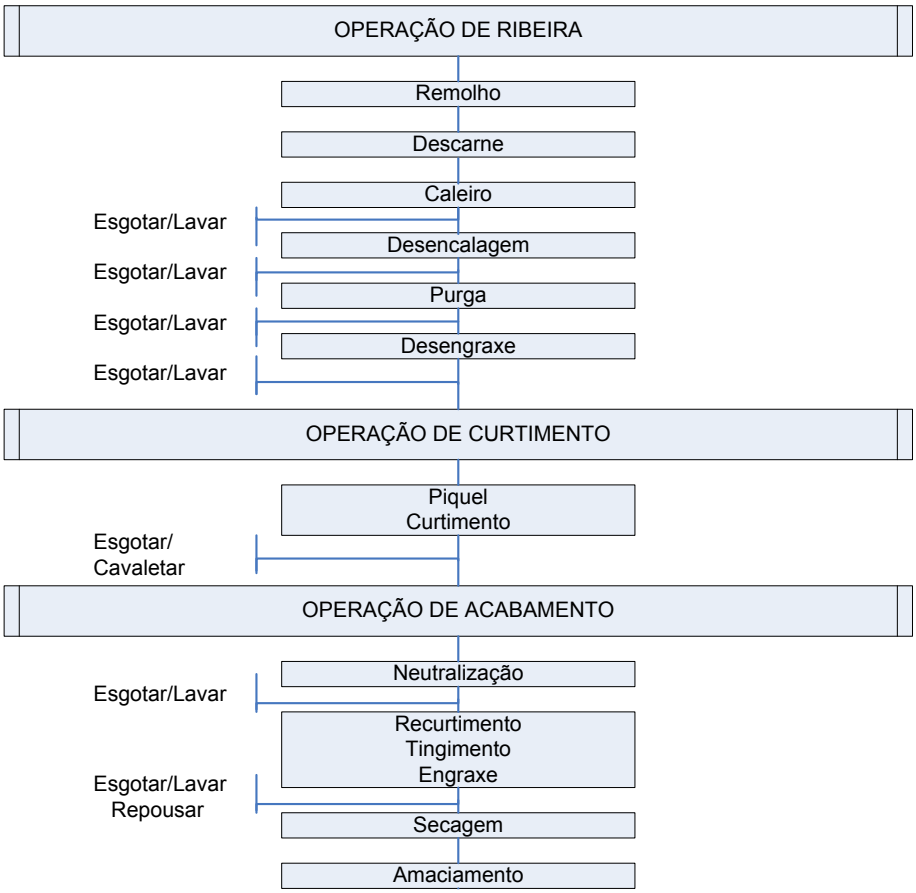


Figura 04 - Fluxograma do processo de curtimento de peles de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822).

Considerando o tipo de curtente utilizado, tanto produtos orgânicos (cumatê e abiurana), quanto o inorgânico (Kromium PP concentrado) foi calculado a quantidade de água e dos demais produtos necessários para estas etapas (Tabelas 01 e 02).

Tabela 01. Etapas de curtimento alternativo da pele do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) com os taníferos vegetais cumatê (*Myrcia atramentífera Barb. Rodr*.) e abiurana (*Pouteria* guianensis), usando piquiá (*Caryocar villosum*, Aubl.) como agente ácido e folha de mamoeiro (*Carica papaya*) como fonte de protease, "papayna".

INGREDIENTES	ETAPAS									
	Remolho	Caleiro	Descarne	Purga	Desengraxe	Piquel	Curtimento	Neutralização	Recurtimento	Engraxe
*Pele	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Água	100 a 200%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	60%
Tensoativo	0,5 a 2%	0,5%			0,5%					
Cal		4%								
Sal	10%	3%	5%			60g/l	60g/l			
Myrcia atramentífera Barb.Rodr. (cumatê)							50%		4%	
Pouteria guianensis (abiurana)							50%		4%	
Caryocar villosum, Aubl. (piquiá)						50%	50%		5%	1%
Óleo										8%
Enzima proteolítica *Carica papaya* (mamão)				1%						
Bactericida (hipoclorito de sódio)					0,5%					1%
pH (cumatê)		12,55	11,52	7,5		3,7	3,5	4,5	**3,24**	4,30
pH (abiurana)		12,55	11,52	7,5		3,8	3.9	5,2	**3,2**	4,10
Temperatura (ºC)	25	25	25	35	25	25	25	25	30	60
Tempo	2h	2h	1h	1h	1h	1h	24h	1h	1h	2h

* Peso inicial para o cálculo dos ingredientes

Tabela 02. Etapas de curtimento tradicional da pele do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz *1822*) utilizando Kromium PP concentrado a 8%.

INGREDIENTES	ETAPAS									
	Remolho	Caleiro	Descarne	Purga	Desengraxe	Piquel	Curtimento	Neutralização	Recurtimento	Engraxe
*Pele	100 %	100%	100 %	100%	100 %					
Água	100 %	100%	100 %	100%	100 %	100 %	100 %		100 a 200%	
Tensoativo	0,5 a 2%		0,5 a 2%		0,5 a 2%			2%	0,5 a 2%	
Cal		4%								
Sal	10%									
Kromium PP concentrado							8%		4%	
Enzima: Protease K				1%						
Acido clorídrico						8%				
Ph		11	11,5	6,5		2,75	3,25		3,73	
Temperatura	25	25	25	35	25	25	25	25	30	60
Tempo	2h	2h	1h	1h	1h	1h	24h	1h	1h	2h

* Peso inicial para o cálculo dos ingredientes

Na conclusão do processo seguiram-se as etapas de secagem e amaciamento:

Secagem – redução do teor de água. Esta etapa foi realizada à temperatura ambiente (à sombra).

Amaciamento – Esta etapa teve por finalidade, proporcionar o deslizamento das fibras colágenas umas sobre as outras. Foi realizada no banco de descarne, ou com um auxílio de uma colher, através da fricção das peles pelo lado carnal, para não ferir a flor da pele. Às vezes, devido à secagem excessiva foi necessário umedecer previamente a pele com água.

4.4. Avaliação da qualidade do couro

As amostras de couro foram levadas ao Laboratório de Processamento de Peles de Peixes e Demais Espécies de Pequeno e Médio Porte, na Universidade Estadual de Maringá (UEM/PR).

Dos tratamentos T1, T2 e T3, foram retirados três corpos-de-prova por sentido do couro (longitudinal e transversal - ABNT – NBR 11035, 1990) e posição (dorsal, ventral e caudal) num total de dezoito amostras para cada tratamento (ABNT - NBR 11055, 1997) (Tabela 3 e Figura 5).

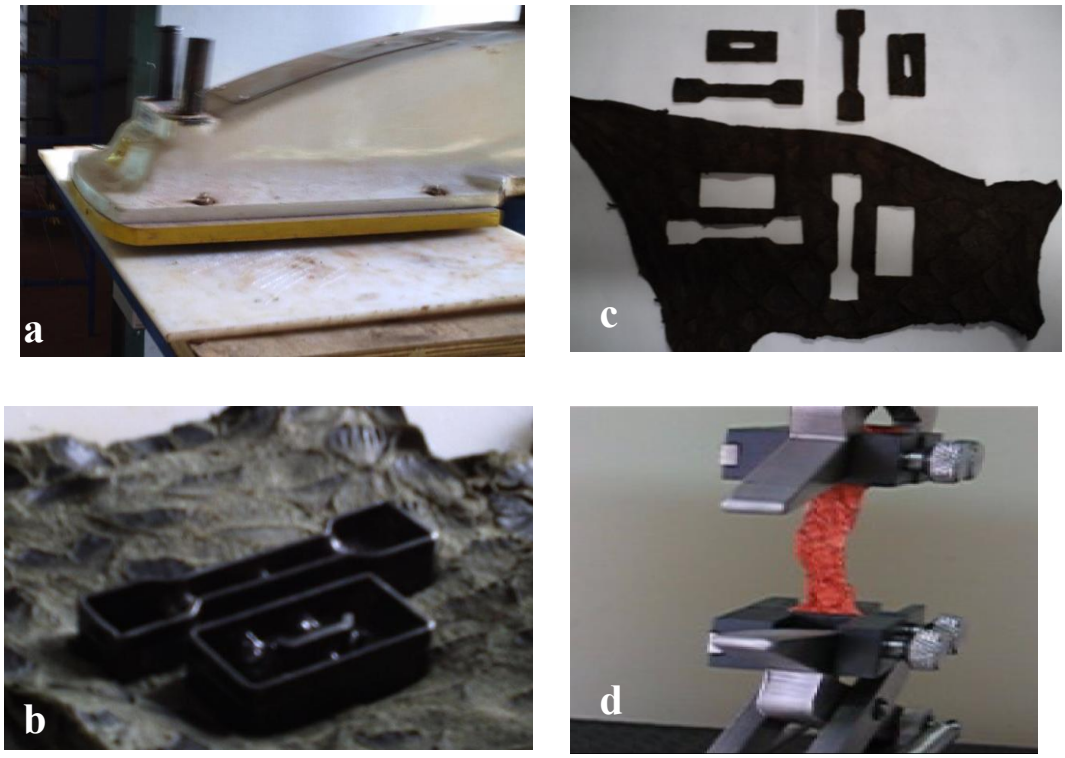
Tabela 3. Seqüência de retirada dos corpos-de-prova para as análises físico-mecânicas do couro do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822).

	Região do corpo						
Tratamento	Dorsal		Ventral		Caudal		Total
	L	T	L	T	L	T	
T1	3	3	3	3	3	3	18
T2	3	3	3	3	3	3	18
T3	3	3	3	3	3	3	18
			Total de amostras analisadas				54

Sentido do corte: L- longitudinal; T- transversal

Os corpos de prova foram levados ao laboratório (climatizado à 23ºC e com 50% de umidade relativa do ar) e mantidos nas condições ambientais por 24 horas, conforme ABNT (NBR 10455, 1988), para determinação da

espessura (ABNT – NBR 11062, 1997), resistência à tração, ao alongamento (ABNT – NBR 11041, 1997) e ao rasgamento progressivo (ABNT – NBR 11055, 1997), como descrito por Souza et al. (2003). Para os testes de resistência, foi utilizado o dinamômetro EMIC com velocidade de afastamento entre cargas de 200N/mm$^{2.}$.



Fonte: Glória Nascimento (2008) e Emilia Torta (2008), Ma. Luiza (2008).

Figura 5. (a) Balancim utilizado para retirada dos corpos-de-prova ; (b)navalha de corte dos corpos-de-prova; (c) corpos-de-prova para a determinação dos testes ; (d)dinamômetro EMIC com uma amostra do corte no sentido longitudinal.

Os corpos-de-prova foram estendidos a uma velocidade padrão constantes até a sua ruptura e a resistência a tração foi avaliada pela carga aplicada por unidade de área no momento da ruptura. O alongamento representa o aumento percentual do comprimento da peça (corpo-de-prova) sob tração, no momento da ruptura. Na determinação da resistência ao rasgo, a força aplicada não foi distribuída por todo o corpo de prova, mas concentrada na posição do corte. O teste mediu a energia necessária para rasgar o corpo de prova numa velocidade específica de separação, na qual foram programadas três forças de tração no dinamômetro EMIC para que fosse possível realizar a ruptura dos corpos-de-prova, sendo 70N, 100N e 200N.

4.5. Análise estatística

Os resultados dos testes físico-mecanicos foram submetidos a analise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 0,05% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA 1995). Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAEG (1997).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físicas dos corpos de prova realizadas no EMIC foram agrupados e tabulados (Anexo I), onde constam as médias e desvio padrão para a espessura (mm), Força Max (N) tração (N/mm^2), alongamento (N/mm) e Rasgamento Progressivo (N/mm).

As análises estatísticas dos testes físico-mecânicas do couro do pirarucu (*Arapaima gigas*) estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Ao analisar a espessura dos couros de pirarucu curtidos nos três tratamentos observou-se diferença significativa (nível de 0,05%) em relação à região do couro e ao sentido do corte, sendo que o Tratamento 1 (cumatê) produziu um couro mais espesso que os Tratamentos 2 (abiurana) e 3 (ao cromo). A mesma tendência foi observada nos testes de força máxima e tração, mas sem diferença significativa no alongamento. Entretanto, houve interação entre os tratamentos T1 x T2 e T2 x T3 nos resultados de espessura e tração, força máxima e tração, demonstrando a maior eficácia dos tratamentos com curtentes vegetais.

Souza et al.(2003) avaliando os fatores que afetaram a resistência do couro da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) encontraram diferenças entre as técnicas de curtimento empregadas nos ensaios com 0,41mm de espessura e uma resistência a tração de 22,16N/mm^2, elongação de 79% e rasgamento progressivo de 7,89N/mm^2. E ao analisarem a espessura em relação ao sentido do couro, não encontraram diferença significativa entre as medidas longitudinais de 0,70-0,72mm e transversais de 0,63-0,88mm.

De acordo com Souza et al. (2003), o couro de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus)* no teste de tração no sentido longitudinal apresentou valor superior (23,00 N/mm^2) ao transversal (12,03N/mm^2), porém não diferiu nos testes de alongamento e rasgamento progressivo. Rocha (2007) ao

examinar o couro de tambaqui curtido com cromo observou que este apresentou maior elasticidade no sentido longitudinal (43,14%) quando comparado ao transversal (26,14%). Para o couro do pirarucu não houve diferença significativas na elasticidade no sentido longitudinal (62%) e transversal (52,36%).

Tabela 4. Valores das médias dos testes físico-mecânico de tração e alongamento do couro do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822), submetido a três tratamentos.

[1]TRATAMENTO	Espessura (mm)	Força Max (N)	Tração (N/mm^2)	[4]Alongamento %
T1	2,08±0,8 a	357,3±154,7 a	18,6±9,6 a	60,3±35,3 a
T2	1,85±0,33 ab	315,9±159 ab	17,2±7,7 ab	59,3±20 a
T3	1,82±0,99 b	261,89±154 b	14,5±7,8 b	51,7±22,2 a
[2]REGIÃO				
Dorsal	1,95±0,7 ab	332,7±168 a	18,2±9,9 a	53,06±21,5 a
Ventral	1,7±0,6 b	218,7±85 b	13,5±5,9 a	57,06±22,8 a
Caudal	2,1±0,3 a	383,7±174,5 a	18,7±8,4 a	61,3±34 a
[3]SENTIDO				
Longitudinal 1	1,87±0,57 a	256,9±118,7 a	14,5±7,7 a	62±26,2 a
Transversal 2	1,96±0,54 a	365,6±180,7 a	19,1±8,7 a	52,3±26,3 a
Teste F	6,46*	17,53*	2,04 *	0,34 ns
C V (%)	30,59	39,73	48,72	48,48

[1]Médias das três regiões; [2]Médias dos três tratamentos; [3]Médias dos três tratamentos para as três regiões. [4] Velocidade de afastamento= 200N.
*significativo ($p<0,05$); [ns]não significativo ($p>0,05$)

Tabela 5. Valores médios dos testes físico-mecânicos de rasgamento progressivo do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) submetido a três tratamentos.

[1]TRATAMENTO	Espessura (mm)	Força Max (N)	[4]Rasgamento Progressivo (N/mm^2)
T1	2,03±0,62 a	154,83± 54,94 a	85,52± 30,81 a
T2	2,11± 0,51 a	154,67± 41,80 a	74,92± 20,93
T3	1,98± 0,52 a	170,67± 48,97 a	87,03± 23,35 a
[2]REGIÃO			
Dorsal	2,09± 0,63 ab	165,83± 47,95 a	81,47±24,08 a
Ventral	1,71± 0,47 b	144,39±42,73 a	89,48± 29,19 a
Caudal	2,34± 0,29 a	176,94± 47,78 a	76,51± 22,41 a
[3]SENTIDO			
Longitudinal 1	1,99± 0,58 b	156,41± 51,35 a	82,18±29,88 a
Transversal 2	2,10± 0,51 a	170,37±41,96 a	82,80± 20,75 a
Teste F	9,10*	1,20 ^{ns}	0,32^{ns}
C V (%)	24,16	27,57	34,97

[1]Médias das três regiões; [2.] Médias dos três tratamentos; [3] Médias três tratamentos para as três regiões 4. Velocidade de alongamento =200N.

* significativo (p<0,05); ns não significativo(p>0,05)

Analisando separadamente as regiões do couro, observou-se que a cauda apresentou maior espessura e suportou maior força quando comparada às regiões dorsal e ventral (Figura 5). Entretanto não houve diferença significativa para a resistência à tração e alongamento entre as três regiões. Uzeika (1999) afirma que a espessura da pele dos peixes pode variar muito e essa variação está relacionada não só com a espécie e diferentes regiões do corpo, como também ao habitat do animal. O pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o cachara (*Pseudoplatystoma fasciatus*) apresentaram em alguns locais da derme compacta, infiltrações por tecido adiposo, que podem ser a causa da espessura avantajada da derme, mas também podem ser um

obstáculo no aproveitamento industrial da pele (JUNQUEIRA et al.,1983; DOURADO et al.,1996).

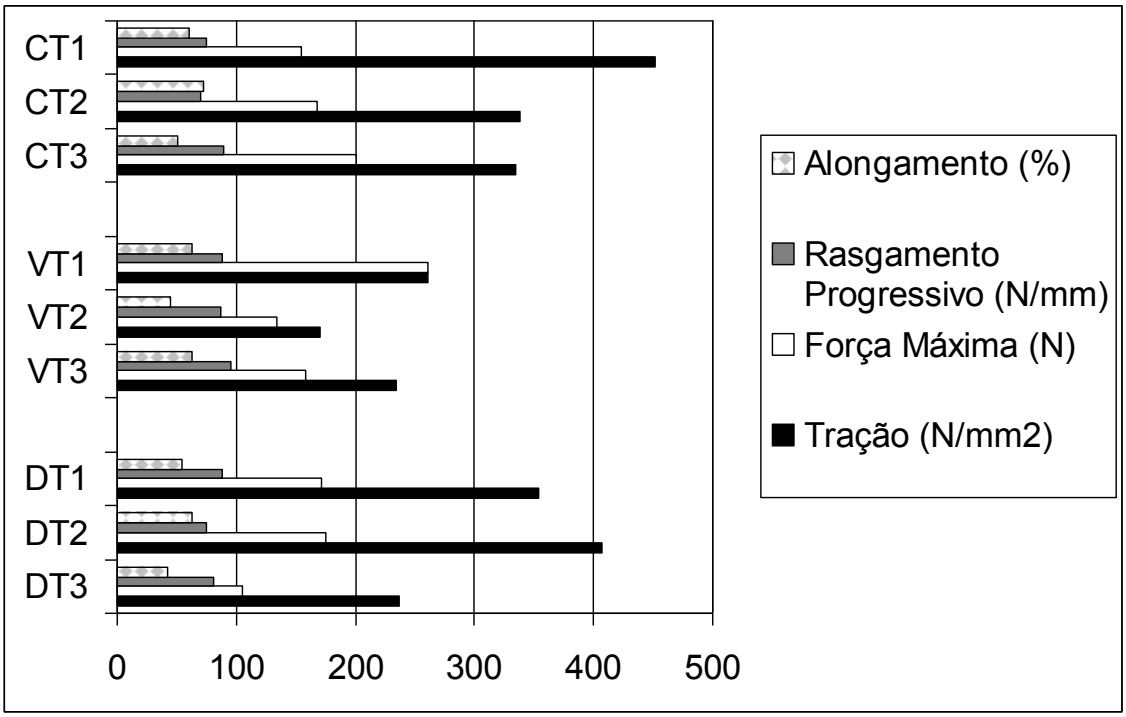


Figura 6. Representação dos testes físico-mecânicos de três regiões (C-caudal; V-ventral; D-dorsal) do couro de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) submetido a três tratamentos.

Diversos autores trabalharam com curtimento de pele de peixe de água doce e testaram sua resistência ao final do processo (PEDERSOLLI et. al, 1995; ALMEIDA, 1998; MACHADO, 2001; MACHADO et al., 2002; SOUZA et al., 2002 a,b; SOUZA et al., 2003).

Analisando o couro de pirarucu quanto ao rasgamento progressivo, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas as variáveis região e sentido do couro apresentaram diferenças quanto à espessura, tendo a cauda e o sentido transversal alcançado maiores médias. Estudos sobre a avaliação da resistência mecânica realizados no laboratório do IPT (Franca-SP) e BASF (Sapucaia do Sul-RS) comprovaram que os couros de peixe, curtidos na mesma espessura do couro bovino, apresentaram maior resistência devido ao entrelaçamento das fibras colágenas (ADEODATO, 1995, SACCO 1998). Sanches & Araya (1990) citam que as fibras colágenas são cadeias de aminoácidos que dão lugar à estrutura secundária em forma de

hélice que interage com outras cadeias através de ligações transversais, daí sua elevada resistência.

Existem fatores que influenciam o aumento da resistência dos couros, como a técnica empregada no curtimento das peles, que pode proporcionar um couro delgado uma considerável resistência. Entretanto no couro de pirarucu apesar de mais espessa, a região caudal não apresentou diferença significativa das quais regiões ou sentido, no teste de força máxima e rasgamento progressivo. Essa característica está de acordo com que foi observado por Hoinacki (1989) e Hoinacki et al. (1994) para couros de mamíferos bovinos, que encontraram no couro de bovino curtido ao cromo apresentando uma resistência à tração de no mínimo 9,80N/mm^2 e uma elongação até a ruptura de no mínimo 60%, e rasgamento progressivo de 14,72 N/mm^2.

Nos peixes, onde a locomoção se dá pelos movimentos de ondulações, a derme é composta por um espesso arranjo cruzado de fibras colágenas que se envolvem helicoidalmente ao redor do corpo, sustentando a transmissão de força ao longo da coluna vertebral (GREVEN et al.,1995). Com essa característica de arranjo de fibras colágenas na pele, após o curtimento, o couro apresenta elevada resistência, principalmente no sentido transversal ao comprimento do peixe.

Souza et al. (2002b) analisando a pele de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus*) relataram que esta apresenta a derme formada por uma camada de fibras colágenas espessas e arranjadas paralelamente à superfície, constituindo assim um tecido conjuntivo denso. A derme apresenta uma camada superficial e outra profunda. Na profunda, as fibras colágenas se apresentam finas e espaçadas entre si, e à medida que se distanciam da epiderme os feixes de fibras tornam-se mais espessos, juntos e entrelaçados. Na parte mais superficial, encontram-se fibras colágenas transversais. Portanto a forma com que as fibras colágenas estão dispostas na derme proporciona uma amarração entre elas, e conseqüentemente observa-se uma maior resistência do couro.

Segundo Craig et al. (1987) tem sido verificado nas peles de algumas espécies animais, a distribuição das fibras colágenas de acordo com o tamanho e grau de heterogeneidade do tamanho da fibra. Os parâmetros que indicam a tração (carga de força, tensão de tração e elasticidade) podem ser

correlacionados com a quantidade e a orientação das fibras colagenas (FUJIKURA et al., 1988). Este comportamento foi observado no couro de pirarucu, curtido com taninos vegetais e com o Kromium PP Concentrado. Considerando não existirem estudos na literatura sobre o curtimento e dados sobre resistência da pele de pirarucu curtidas com taníferos ou ao cromo, se for feita uma comparação entre as fibras colágenas da pele do pirarucu e as do gado bovino (HOINACKI, 1989), o couro curtido de pirarucu apresentou uma resistência bem maior quanto a tração e rasgo.

O couro apresentou maior resistência no sentido transversal, quando comparado ao longitudinal nos critérios tração, alongamento e rasgamento progressivo, nos três tratamentos (Tabelas 4 e 5). Henrickson et al. (1984) observaram que existem diferenças na estrutura dérmica das espécies, ao realizar testes de resistência nos couros provenientes de peixes de diferentes classes de peso, bem como no sentido do couro.

Na operação da ribeira, na etapa de purga foi utilizada a enzima proteolítica “papaína” com a finalidade de preparar a pele para a recepção do curtente, etapa decisiva para obtenção do couro com boa qualidade. Observando que a grande parte do material interfibrilar foi removida durante o remolho e o caleiro, o material remanescente é removido por hidrolise, por ação das enzimas da purga (PFANNMULLER, 1956) antes do piquel e do curtimento, pois sua permanência pode retardar a difusão dos agentes curtentes. Outros trabalhos também salientam a remoção do material interfibrilar pela ação das enzimas da purga (KRITZINGER, 1951). Com base nos resultados de elasticidade e rasgamento progressivo, observou-se que as enzimas proteolíticas extraídas naturalmente das folhas de mamoeiro (*Carica papaya*) desidratadas desempenharam satisfatoriamente sua função durante a etapa de purga.

A utilização dos taniferos naturais no curtimento da pele de pirarucu com as espécies vegetais *Myrcia atramentifera* (cumatê) e *Pouteria guianensis* (abiurana) da região Amazônica agregou valor ao processo, considerando a sustentabilidade envolvida no sistema. Pizzi (1993), afirma que os taninos vegetais ou naturais são por definição substâncias que apresentam a propriedade de se associar e de se combinar com proteínas e com certos

poliois. Este comportamento é a base das propriedades tanantes que eles exercem sobre o colágeno da pele dos animais durante sua transformação em couro.

Era de se esperar diferentes resultados tanto em relação à resistência quanto as características de maciez, enchimento e encorpamento do couro curtido de pirarucu. Entretanto foi observado um equilíbrio entre os tratamentos, com alguma prevalência do tratamento T1 (cumatê) em alguns aspectos, revelando que a grande concentração de taninos não é por si só, um fator decisivo para o sucesso do processo final. Segundo Souza (2004), todas as peles de peixes de escamas e couro podem ser curtidas, devendo-se levar em consideração principalmente o tamanho do animal e a técnica de curtimento.

Deve-se considerar o controle do pH ao longo do processo como um dos fatores decisivos para o bom curtimento. Neste sentido, o uso da casca do piquiá (*Caryocar villosum*) foi fundamental para acidificar o meio das etapas necessárias à retenção do agente curtente, pois os resultados físico-mecânicos revelaram resultados similares ao uso do ácido bórico no curtimento ao cromo. Ducatti et al. (2004) analisando três técnicas de recurtimento de peles de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus)*, curtidas com sais de cromo, observaram que utilizando tanino vegetal ou sintético ou sua combinação (vegetal e sintético), não houve efeito do agente curtente, comprovado nos testes de tração e rasgamento progressivo.

Rocha (2007) encontrou como resultado para o curtimento de pele de pirarara (*Phractocephalus hemioliopterus*) nos curtimentos com tanino sintético e ao cromo, resultados para tração e alongamento de 22,36 N/mm^2 e 19,70 N/mm^2, respectivamente; no rasgamento progressivo, alcançou força máxima de 52,14 N/mm^2 e 54,57 N/mm^2, respectivamente. Entretanto, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) apresentou força de tração e alongamento de 13,86 N/mm^2 com tanino sintético e 8,39 N/mm^2 ao cromo, sendo que o rasgamento progressivo alcançou força máxima de 32,21 N/mm^2 com tanino sintético e 18,57N/mm^2 ao cromo.

Segundo Ducatti et al. (2004) a carga de ruptura para o couro de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus)* foi maior para couros recurtidos com tanino vegetal (59,51N) do que para couros com recurtimento sintético e combinação dos dois curtentes. Souza et al. (2004) citam que os couros curtidos ao cromo devem apresentar uma resistência mínima de 9,80N/mm^2, 60% para elongação e 14,70 N/mm^2 para rasgamento, quando destinado à produção de vestuário. Os resultados deste trabalho mostraram que os três tratamentos produziram couros com qualidade para atender esta demanda.

Brito et al. (2003) ao realizarem curtimento de peles de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus)* com diferentes concentrações de sais de cromo, obtiveram valores médios para o alongamento de 63,3%, 68,0% e 85,3%. Em se tratando de pele de peixe, a elasticidade (prova de alongamento) é de fundamental importância para a qualidade dos artigos produzidos, principalmente no que se refere à maciez. Os autores relatam ainda que para a confecção de calçados, o parâmetro aceitável situa-se na faixa entre 40 a 80% de elasticidade.

Souza et al. (2006) descrevem em seu trabalho com carpa espelho (*Hypophtalmichthys molitrix*), que os couros curtidos com sais de cromo (CC) apresentaram maiores valores nos testes de tração (16,96 x 9,12 N/mm2), carga (104,79 x 58,81 N), elongação (51,49 x 17,48%) e rasgamento progressivo (16,75 x 11,36 N/mm) em comparação ao curtimento sem sais de cromo (SC=4% de tanino sintético com 10% de tanino vegetal). Entretanto não houve diferença significativa quanto à força máxima empregada (CC = 25,83N e SC = 18,88N) e a carga de força (CC = 10,16N e SC = 7,21N) para os tratamentos. O couro de pirarucu (*Arapaima gigas*) curtido com taninos vegetais apresentou resultados de força máxima bastante elevada, na ordem de 357,33N (T1) e 315,89N (T2), enquanto que o curtido com sais de cromo alcançou 261,89N. Nos testes de rasgamento progressivo, com taninos vegetais, foram utilizadas forças de 154,83N (T1), 154,67N (T2) e 170,67N (T3-cromo). Pederzolli et al. (1995), relatam experimento com carpa espelho (*Hypophtalmichthys molitrix)* em que a resistência mínima à tração foi de 9,13 N/mm^2, com máxima de 19,96 N/mm^2 e média de 15,47 N/mm^2 quando curtido ao cromo.

Quanto o coeficiente de variação foi alto em função da não padronização das amostras utilizadas para o curtimento, ou seja, as peles eram provenientes de peixes de tamanhos diferentes (peso variou de 5 kg a 43kg) dificuldades de obtenção dos animais das mesmo tamanho de peixes oriundo de manejo, Enquanto o peixe proveniente de piscicultura pode-se controlar a captura.

De acordo com Vademécum (2004), os valores de referência para couros curtidos ao cromo para vestuário, independentemente do recurtimento, devem ser de, no máximo, 60% para o alongamento na ruptura (elasticidade), no mínimo, de 25 N mm-2 para a tração ou tensão e, no mínimo, 35 N mm-1 para resistência de rasgamento progressivo. Todavia, para 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 elongação ou alongamento até a ruptura, são de, no mínimo, 60%; para a tração, no mínimo, 9,80 N [mm.sup.-2]; para o rasgamento progressivo, 14,72 N [mm.sup.-1]. Para o couro de pirarucus (*Arapaima gigas*) curtidos com produtos naturais encontrou-se valores superiores recomendados por ambos os autores, conforme como podemos observar nas Tabelas 04 e 05.

Os valores obtidos para elasticidade foram superiores ao indicado por Vademécum (2004) e dentro do estabelecido por Hoinacki (1989), porém a resistência à tração obtida nos couros de peixe curtidos com tanino sintético foi inferior aos valores referência de Hoinacki (1989). Todavia, quanto ao rasgamento progressivo, independentemente da proporção e combinação dos taninos, os valores obtidos foram satisfatórios ao indicado por Vademécum (2004) e superiores ao indicado por Hoinacki (1989) para a confecção de vestuário. Quanto aos resultados com o couro de pirarucu (*Arapaima gigas*) a região caudal tem os parâmetros exigidos pelos curtumes para a confecção em vestuários e demais posições podem ser usadas em confecções de artigos como bolsas, cintos, carteiras, artefatos em geral. Portanto, o curtimento interfere na região da posição do corpo do peixe.

Os dados revelam que é possível contribuir consideravelmente com o meio ambiente, gerando alternativas de renda as comunidades ribeirinhas, através de curtumes que usem produtos da floresta amazônica buscando-se,

portanto, alternativas tecnológicas para substituição do cromo por outros agentes de curtimento (taninos vegetais, sais minerais alternativos, compostos orgânicos reativos) ou até a substituição parcial do cromo.

É necessária a continuação de pesquisas nesta linha, utilizando taninos vegetais renováveis com amostras padronizadas, para o aproveitamento do potencial das espécies de árvores taníferas da região amazônica no curtimento de peles, principalmente das diversas espécies de peixes, atualmente desperdiçadas.

O progresso tecnológico é esperado e é vital. Porém mudanças sociais, econômicas e políticas também são necessárias, além de grandes mudanças em perspectiva da preservação ambiental.

6. CONCLUSÃO

As cascas das árvores *Myrcia atramentífera Barb.Rodr* (cumatê) e *Pouteria guianensis (*Abiurana) utilizadas como taníferos naturais no curtimento de peles de pirarucu *(Arapaima gigas*, Schinz *1822)* produziram material imputrescível ao final do experimento;

Como agente ácido no processo de curtimento de peles de pirarucu com taninos vegetais, o produto do pericarpo de *Caryocar villosum* (piquiá) foi eficaz como substituto para os ácidos comerciais;

A utilização da folha do *Carica papaya*, (mamão) desidratada, como fonte de enzima proteolítica contribuiu decisivamente para a obtenção de couro com boa qualidade;

Com base nos testes físico-mecânicos, os couros produzidos neste experimento obtiveram a seguinte classificação:

No Tratamento 1 utilizando cumatê, a de melhor qualidade dentro dos paramentos estabelecido para Alongamento e Rasgamento progressivo valores orientados para vestuário para os curtumes.

O curtimento com produto orgânico cumatê apresentou maior resistência que o curtimento tradicional ao cromo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ALMEIDA, S. P. de. Frutas nativas do cerrado: caracterização físicoquímica e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.de. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, p.247-285, 1998.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado. espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 464 p. 1994.

ARAÚJO-LIMA, C.R.M.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: CNPq, 186 p. 1998.

ARAUJO, F.D.A. Review of *caryocar brasiliense* (Caryocaraceae): an economically valuable of central Brazilian Cerrados. Economic Botany,Bronx, v. 49, p. 40-48, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10455: climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos. Rio de Janeiro: p.1-2, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 11035: corte de corpos-de-prova em couro. Rio de Janeiro: p.1, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.NBR 11041: couros – determinação da resistência à tração e alongamento. Rio de Janeiro: p.1-5, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT.NBR 11055: couro - determinação da força de rasgamento progressivo. Rio de Janeiro: p.1-4, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 11062: determinação da espessura. Rio de Janeiro, p.1, 1997.

BARBOSA, A.P.; NASCIMENTO, C. S.; MARAIS,J.W. Estudos de propriedades antitermíticas de extratos brutos de madeira e casca de espécies florestais da Amazônia Central, Brasil, vol. 37(2):213-218p, 2007.

BAUD, P., Traité de chimie industrielle; Industries organiques. 4. ed. Paris: Masson Cia. Editeurs, Tomo 3, 1148p. 1951,

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 247p. 1995,

BENARRÓS, A.B.C. Beneficiamento da pele do pirarucu (*Arapaima gigas*, Cuvier 1829) com o uso da tecnologia do curtimento. Monografia de conclusão do curso de Engenharia de Pescas. UFAM. 31p. 2005,

BERARD. J.,GOBILLIARD, J. Cuir et peaux**.** Paris: Presses Universitaires de France, p.5, 1951.

BRANDÃO, M. Plantas produtoras de tanino nos cerrados mineiros. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 16, n.173, p. 33-39, 1992.

BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J.P.; MACEDO, J.F. Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 528p. 2002.

BROWNING, B. L. The composition and Chemistry reactions of wood. In: The Chemistry of Wood. Malabar: John Wiley & Sous, p. 58–101, 1963.

CANNAS, A. (ac19@cornell.edu); TANNINS: Fascinating but Sometimes Dangerous Molecules. 1999 Disponível em : http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/ tannin.htm./ Acesso em: 5 jan. 2006.

CATC-BASF –Wet como ponto de partida para “couro ecológico”. Revista do Couro, Estância Velha, n. 237, p.32, 1999.

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

CHANG, YING-P.E.; MITCHELL, R.L. Chemical composition of common north american pulpwood barks. TAPPI, Atlânta, v.38, n.5, p. 315 -320, 1981.

CRAIG, A.S.; EIKENBERRY, E.F.; PARRY, D.A.D. Ultrastructural organization of skin: classification on the basis of mechanical role. Connect. Tissue Res., v.13, p.213-223, 1987.

DIAS, J.O. Curtimento da pele do acará-prata (*Chaetobranchus semifasciatus*) com aplicação de curtente vegetal. UFAM, 28p. 2003.

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

DOAT, J. Les Tanins dans les bois Tropicaux. Revue Bois et Florêt des Tropiques. Nogent, n. 182, p. 37-35, Nov/Dec 1978.

DUCATTI, T. et al. Comparação de técnica de recurtimento aplicado no processamento de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), In: AQUACIENCIA, 2004, Vitória. Anais Aquabio, Ed.CYRION, J.E.P. e URBINATTI, E.C., p.339, 2004.

FUJIKURA, K.; KURABUCHI, S.; TABUCHI, M.; INOUE, S. Morphology and distribution of the skin glands in *Xenopus laevis* and their response to experimental stimulation. Zoological. Science, Tokyo, v. 5, p.415-430, 1988.

GINARD, J.P.; AHUMADO. In: GIRARD, J.L. (Ed.). Tecnologia de La carne y de los produtos carnicos; Zaragoza: Acribia, p. 183-229, 1991.

GONCALVES, C. A.; LELIS, R. C. C. Teores de tanino da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. Floresta e Ambiente, V. 8, n. 1, p. 167-173, 2001.

GRAFFUNDER, V.; KOLLING, C.A. Resinas recurtentes: evolução e ecologia. Revista do Couro, n.154, p.34-38, 2002.

GREVEN,H.; ZAMGER,K.; SCHWINGER,G. Mechanical proprieties of the *Xenoplus laevis* (Anura, Amphibia). *Journal of Morphology*, v.224, p15-22, 1995.

GUTTERRES, M. Distribuição, deposição e interação química de substâncias de engraxe no couro. In: CONGRESSO DA FEDERAÇÃO LATINO-AMERICANA DAS ASSOCIAÇÕES DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO, 15. Anais. Salvador: Federação Latino- Americana

das Associações dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro v.1, p.108-119, 2001.

GUTTERRES, M. Considerações sobre curtimento ao cromo e meio ambiente. Revista do Couro, Estância Velha, p 28-29, 1997.

HASLAM, E. Chemistry of vegetable tannins. London:Academic, 170 p. 1996.

HAGERMAN, A. E.; ZHAO, Y.; JOHNSOS,S.E.; SHAHADI, F. Methods for determination of condensed and hydrolyzable tannins. Acs Sym SER, V.662, P.209-222, 1997.

HEMINGWAY, R.W. Chemistry and significance of condensed tannins, New York: Plenum press, 553p. 1989.

HENRICKSON, R. L .et al. Age, species, breed, sex, and nutrition effect on hide collagen. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., Boca Raton, v 20, n.3, p.159-72, 1984.

HERGERT, H.L. Economic importance of flavonoid compounds; wood and bark. In: The chemistry of flavonoid compounds. New York: The Macmillan company. p.553- 595, 1962.

HIBIYA, T. An atlas of fish histology: normal and pathological features. Tokio: Kodansha, 147p. 1982.

HILLIS, W.E. The distribution and formation of polyphenols within the tree. In: Wood extractives and their significance to the pulp and paper industruy. New York: Academic press, p.60-131, 1962.

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

HOINACKI, E.; MOREIRA, M. V.; KIEFER, C.G. Manual básico de processamento do couro. Porto Alegre, SENAI, Estância Velha, Centro Tecnológico do Couro 402p. 1994.

INGRAM, P.; DIXON, G. Fishskin leather: an innovate product. J. Soc. Leather Technol. Chem. Pedbourne, v.79, p.103-106, 1994.

JORGE, F. C.; BRITO, P.; PEPINO, L.; PORTUGAL, A.; GIL, H.; COSTA, R. P. Aplicações para as cascas de árvores e para os extractos taninosos: Uma revisão. Silva Lusitana, V. 9, n. 2, p.225-236, 2001.

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

KAN, A.A.; ZAMAN, M.B. Studies on babul tannins. The pakistan journal of Forestry, Pakistan, v. 11, n.1, p. 354-356, 1961.

KAPOOR, B.G. Histological observations on the skin of the head of a siluroid fish, Wallago attu (Bl. & Schn.). Mikroskopie. Dec;20(5):123-8, 1965 of animal skins. JALCA, Cincinnati, v. 43, n 4, p.243:255, apr. 1948.

KRITZINGER, Carl, Studies on globular proteins of animal skins. JALCA, Cjncinnati, v.43, n 4,p. 243-255, apr. 1948.

LAREZZI, A.D. Peles de peixes - matéria-prima para confecções, calçados e acessórios de moda. Setor Couro, São Leopoldo, v.19, p. 8-9, 1988.

LATIF, M.A. Bark, a potential source of useful products. The pakistan Journal or forest, Pakistan, v.16, n.2, p. 172-175, 1966.

LELIS, R.C.C. Zur Bedeutung der Keminhalsstoffe obligatorisch verkernter Nadelbaumarten beider Hersteltung von feuchtebestandigen und biologisch resistenten Holzspanplatten am Beispiel der Douglasse (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco). Dissertation ander Forstliechen Fakultat de Universitat Gottingen, 1995. Tese de Doutorado.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 2000.

MACHADO, S.D.; DOURADO, M.D.; SOUZA,M.L.R.; JARDIM,M.I.A.; MATIAS,R.; FERREIRA, I.C.; CORREA, C. Testes de resistência físico-mecanico do couro piavuçu (*Leporinus macrophefalus)* e Tiápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: Aqüicultura Brasil 2002. Anais. Goiânia: Simbraqm p.248. 2002.

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

MATIAS, R.; DOURADO, D.M.; 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 Paiaguás, MS): parâmetros físico-químicos e análise histológica da pele. Ensaios e ci., Campo Grande-MS, V 5, n. 2, p. 75-91, 2001.

METCHE, M. Tanins, nature et propriétes, Groupe Polyphénols. Nancy. v.10, p. 11-32, 1980.

MILLER, J.R. El arte de trabajar el cuero**.** Buenos Aires:Albatroz, p25-27. 1974.

MITCHEL, J.W. Chrome retaining: a study of current methods and evaluation of a new approach. JALCA, Cincinnati, v. 76, n.10, p.370-385, 1981.

MERRILLEES, M.J. Epidermal fine structure of the teleost Esoxamericanus (Escocidade, Salmoniformes). J.ultrastruct. Res. (s.i.), v.47, p.72,283, 1974.

MOREIRA, H. L. M., Fundamentos da moderna aqüicultura. Canoas. Ed. ULBRA, 200p. 2001,

MORAIS, C.; CAMPOS, S.D.S. Carne de pescado separada mecanicamente da ictiofauna acompanhante da captura do camarão-sete-barbas: obtenção e utilização de bloco congelado. Colet. ITAL, Campinas, jan/jun, 1993.

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

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

ORTHMANN, A. Tanning process. USA: Hide and Leather Publishing, p.46, 1945.

PADUA, D. M. C., Anatomia e fisiologia de peixes - Notas de aula – universidade Católica de Goiás. Departamento de zootecnia. Disponível em: ágata.ucg.br/formulários/sites/zôo/delma/pdf/aulas/anatomia.pdf Acesso: 26 de julho de 2006.

PANSHIN, A. J.; HARRAR, E. S.; BETHEL, J. S.; BAKER, W. J. Forest products: their sources, production, and utilization. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 538p. 1962,

PASOS, L. A. P. Piel de pescado. Disponível em: http://www.cueronet.com/exoticas/pescado.htm. Acesso em: 21/11/2002.

PANSHIN, A.J.; HARRAR, E.S.; BETHEL, J. S.; BAKER, W. J. Forest products: their sources, production, and utilization. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 538p. 1962.

PEDERZOLLI, A.R.; SVHEIBE, E.; STREIT,K.F.; MOREIRA, MV.; 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.

PFANNMULLER, J. Bating.In: O'FLAHERTY, W. The chemistry and technology of leather. New York: Reinhold Publishing. p.353-382. 1956.

PIO CORRÊA, M. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, p. 490-492. 1926/78.

PIZZI, A. Tanin-Based adhesives. In: PIZZI, A. (ed) wood adhesives: Chemistry and technology, New York, Marcel Dekker, p.177-246, 1993.

PORÉ, J. La nourriture du cuir. Paris: Le Cuir, p. 257-323. 1974.

POURRAT, H., 1980, Les drogues à tanins dans la pharmacolologie moderne, Groupe Polyphénols. Nancy. v.10, p. 33-57, 1980.

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

RIBEIRO, A. E. O espaço, o homem e o seu destino no norte de Minas. In:Universidade Federal de Lavras. Departamento de Administração e Economia. Manejo sustentado do cerrado para uso múltiplo: subprojeto agro ecologia e desenvolvimento. Lavras, p.11-18, 1996.

RIBÉREAU-GAYON, P. Plant phenolics. Cap. 7, Oliver & Boyd, Edinburgh, p.169-197, 1972.

ROCHA, M.P.S.S. Curtimento de peles de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) e Pirarara (*Phractocephalus hemioliopterus)*, Bloch & Schneider 1801) com curtentes sintéticos e com curtentes naturais da Amazônia. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 60p. 2007.

ROGERS, A. Tratado completo de fabricación de cueros y pieles, 2ª ed. Barcelona: Osso, p.11, 1953.

SACCO,D. Curtimento transforma pele de peixe em objetos de moda. Unesp Rural – Jaboticabal. N. 12m v.2m p. 24-26. 1998.

SANCHEZ, J.E.; ARAYA, L.A.R. Estudo histológico del tegumento de las especies congrio, mero y anguila y sus procesos de ribeira. In: Congresso Latinoamericano de Quimicos y Tecnicos del Cuero, 11. Santiago de Chile, Anais. P.1-13, 1990.

SANTOS, E. Nossas madeiras. Belo Horizonte: Itatiaia 316p. 1987.

SHARPHOUSE, J.H. Eláter technician's handbook. London: Eláter Producer's Associatiion, p.129, 1971.

SOL, B. Aux sources de la tannerie les debuts: cuir pt´rhistoire. Tecnicuir, Paris, v.15, n.10, p.204-213, dez.1981.

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 p. Jaboticabal, Tese 6 (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual 2003.

SOUSA, L.K.V.S. Extração e quantificação de tanino encontrado em casca de *myrcia atramentifera* Bar.Rodr. por espectrofotometria, p. 48. 2002.

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: Eemana sobre Histologia de Peixes, 2, 1995. Jaboticabal. Resumos. Jaboticabal: FUNEP, p.100-101, 1995.

SOUZA, M. L. R. Tecnologia para processamento das peles de peixe: Processo de curtimento. Maringá, PR. Coleção Fundamentum, n11, 2004, 62p.

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, morfometria e testes de resistência. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n6, p.1551-1559, a (supl. 1) 2003.

SOUZA, M. L. R.; GANECO, L. N.; NAKAGNI, 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. 52, n. 1, p. 37-44p, 2003.

SOUZA, M. L. R.; VALDEZ, M. del C.A.; HOCH, V.A.L.; OLIVEIRA, K.F.; MATOS, I.R.; CAMIN, A.M. Avaliação da resistência da pele da Tilapia do Nilo (*Oreochrmis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com deferentes agentes curtentes. Acta Sci. Anim. Sci, Maringá, v.28,n.3, p.361-367,2006.

SOUZA, M.L.R.; GODOY, L.C.; KOZUKI, H.T.; CASACA, J.M.; DOURADO, D.M.; JACINTO, M.A.C. Histologia da pele da carpa prateada (*Hypophtalmichthys molitrix*) e testes de resistência do couro. R. Bras. Zootec., v.35, n.4, p.1265-1272, 2006.

THORSTENSEN, T.C. Practical leather technology. New York: Van Nostrand Reinhold, p.37, 1969.

TEIXEIRA L.G.M. et al**.** Atividade antinociceptivados óleos essenciais de espécies de Psidium. Anais de Plantas Medicinais do Brasil, Florianópolis, 288p, 1994.

TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. Cerne, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-13, 1997.

UNIVERSO Encicliopédia. São Paulo: Delta, 1973, v.1, p.381, 1973.

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

VAL, A. L.; HONCZARYK, A. (Eds.). Criando peixes na Amazônia. Manaus: INPA, 160p. 1995.

VIEGAS, E. M. M.; ROSSI, F. Técnicas de processamento de peixes. Viçosa-MG do CPT, v.88, p.41-44, 2001.

WILSON, J.A. Modern practice en leather manufacture**.** New York:Reinhold Publishing, p.363, 1941.

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.

ZUCKER, W.V. Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. The American Naturalist, Lancaster, v. 121 n. 3, p. 335-365, 1983.

Microrregião do Rio Preto, texto consultado em 25/07/08 disponível no site:

http://pt.Wikipédia.0rg/Wiki/ Microrregião Rio Preto da Eva;

http://pt.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Direitos_de_autor;

www.dcf.ufla.br/cerne/revistav3n1-1997/PUBLICAÇÃO.doc

ANEXOS

Testes de rasgamento progressivo

Tabela 6. Resistência ao rasgamento progressivo da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com cumatê (*Myrcia atramentifera* Barb.Rodr) (T1).

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (nº)	Espessura (mm)	Força/espessura (N/mm)	Força Média (N)	Força Máxima (N)
Região dorsal					
L	3	2,01±1	92,7±36,8	135±40,3	167±49
T	3	2,23±0,9	84,45±22,8	136,5±7,8	176,3±27,3
Média geral±dp		2,12±0,89	88,57±27,75	135,6±28,7	171,7±35,8
CV (%)		41,91	31,33	21,17	21,00
Mínimo/máximo		1,25/3,25	58,14/131,4	91,14/170	110,6/202,4
Região ventral					
L	3	1,45±0,18	113,2±45,6	138,7±48,1	160,3±54,8
T	3	1,8±0,47	76,7±10,4	119,3±46,7	141,3±55,3
Média geral±dp		2,12±0,89	88,57±27,75	135,6±28,7	171,7±35,8
CV (%)		22,82	37,59	33,79	33,38
Mínimo/máximo		1,24/2,31	61,36/146,9	78,34/177,7	92,04/201
Região caudal					
L	4	2,3±0,25	67,8±36,9	173,7±24,2	156,5±82,5
T	4	2,55±0,55	81,76±16	189*	152,3±100,1
Média geral±dp		2,43±0,42	74,8±27,4	177,5±21,2	154,4±85
CV (%)		17,14	36,60	11,85	33,08
Mínimo/máximo		2,01 / 3,34	14,59/99,9	146,2/190,7	32,83/203,4

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
* Somente uma amostra não foi analisada. As demais romperam com a força programada no dinamômetro EMIC.

Tabela 7. Resistência ao rasgamento progressivo da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com abiurana (*Pouteria guianensis*) (T2).

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (nº)	Espessura (mm)	Força/espessura (N/mm)	Força Média (N)	Força Máxima (N)
Região dorsal					
L	3	2,3±0,26	73±6,1	127,5±13,4	168,7±29,6
T	3	2,47±0,4	76,18±24	120*	182±34,6
Média geral±dp		2,39±0,31	74,58±15,8	125±10,4	175,3±29,7
CV (%)		13,14	21,18	8,39	16,88
Mínimo/máximo		2,14/2,93	48,43/90,42	117,7/136,8	141,9/201,8
Região ventral					
L	4	1,35±0,18	97,34±24.42	113,5±29,5	132,25±35,89
T	3	1,88±0,38	74,48±20,64	112,66±42	137,33±40,36
Média geral±dp		1,58±0,42	87,55±27,57	113,1±38,3	134,4±41
CV (%)		26,74	31,49	33,98	30,40
Mínimo/máximo		1,11/2,33	49,25/128,9	65,52/171,5	73,17/193,7
Região caudal					
L	4	2,5±0,22	61,48±16,34	31,99±0	155,75±47,37
T	4	2,3±0,35	79,46±9,71	196±0	181,5±23,47
Média geral±dp		2,40±0,33	70,48±17,29	153,8±42,4	168,6±42,27
CV (%)		13,91	24,54	27,59	25,14
Mínimo/máximo		1,97/2,9	38,76/94,08	102,0/196,4	94,57/202,6

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
* Somente uma amostra não foi analisada. As demais romperam com a força programada no dinamômetro EMIC.

Tabela 8. Resistência ao rasgamento progressivo da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com Cromo.(T3)

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (n^0)	Espessura (mm)	Força/espessura (N/mm)	Força Média (N)	Força Máxima (N)
Região dorsal					
L	3	1,58±0,55	87,67±30,4	127,7±76,8	147,3±80,2
T	3	1,96±0,44	74,9±32,2	111±97,5	153,7±81,1
Média geral±dp		1,8±0,5	81,27±28,8	121±73,6	150,5±72,2
CV (%)		27,72	35,53	60,55	48
Mínimo/máximo		1,01/2,41	39,25/113,8	39,46/180,2	54,9/200,8
Região ventral					
L	4	1,92±0,51	84,45±20,9	115±13	155,8±28,3
T	3	1,56±0,5	106,85±24,7	119±9,6	159,8±27,3
Média geral±dp		1,74±0,51	95,6±24,6	116,9±10,7	158,0±26,4
CV (%)		29,41	25,76	9,16	16,71
Mínimo/máximo		1,17/2,58	64,26/144,0	99,18/128,9	124,2/201,2
Região caudal					
L	4	2,31±0,5	89,8±13,95	195*	201±1
T	4	2,25±0,32	90,16±12,1	-	201±1
Média geral±dp		2,28±0,38	89,9±14	195	201±0,85
CV (%)		16,71	15,52	-	0,42
Mínimo/máximo		1,88/2,87	70,39/107,1	- 195,4/195,4	200/202

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
* Somente uma amostra não foi analisada. As demais romperam com a força programada no dinamômetro EMIC.

Testes de tração e alongamento

Tabela 9. Resistência a tração e alongamento da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com cumatê (*Myrcia atramentífera* Barb.Rodr) (T1).

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (nº)*	Força Max (N)	Tensão Força Máx (MPa)	Deformação Ruptura (mm)	Deformação Especifica Ruptura (%)
Região dorsal					
L	3	376,3±105	37,3±10,7	33±6,5	55±11,1
T	3	330,3±51,6	33±5,6	32,3±11,6	53,6±19,6
Média geral±dp		353,3±78	35,2±7,9	32,67±8,6	54,3±14,3
CV (%)		22,23	22,23	26,54	26,54
Mínimo/máximo		283,6/491,4	28,36/49,14	19,73/43,3	32,9/72,21
Região ventral					
L	3	214±87,1	21,3±8,65	28±3	46,3±3,68
T	3	306,3±95	31±9,61	48±15,57	80±25,8
Média geral±dp		260,2±112	26,2±11,3	38±16,4	63,1±27,3
CV (%)		43,18	43,18	43,34	43,34
Mínimo/máximo		100,8/435	10,08/43,53	25,09/67,76	41,82/112,9
Região caudal					
L	4	269±27,36	27±2,44	59±31,01	97,67±51,54
T	4	560,6±183	56±18,35	22,6±14,31	37,6±23,9
Média geral±dp		451,2±217	45,12±21,6	36,2±30,2	60,13±50,1
CV (%)		48,11	48,11	83,42	83,42
Mínimo/máximo		230,/760,9	23,09/76,09	2,07/101,5	3,46/169,2

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
*Comprimento base: 60mm

Tabela 10. Resistência a tração e alongamento da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com abiurana (*Pouteria guianensis*) (T2).

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (nº)*	Força Força Max (N)	Tensão Força Máx (MPa)	Deformação Ruptura (mm)	Deformação Especifica Ruptura (%)
Região dorsal					
L	3	463,33±67	46,33±6,5	39,33±2,62	65,66±3,85
T	3	351,33±203	35,33±20,41	36,33±15.62	60±26,28
Média geral±dp		407,2±177	40,72±17,75	37,71±12,4	62,85±20,76
CV (%)		43,59	43,59	33,04	33,04
Mínimo/máximo		98,64/598	9,86/59,85	15,63/53,90	26,06/89.83
L	4	152,5±52,1	15,25±5,30	27,75±7,25	46,5±12,45
T	3	161±116	19,33±7,71	25±3,55	41,33±6,18
Média geral±dp		170,5±73	17,05±7,39	26,61±6,72	44,34±11,20
CV (%)		43,37	43,37	25,27	25,27
Mínimo/máximo		93,50/304	9,35/30,44	19,36/39,36	32,26/65,59
Região caudal					
L	4	278±57,46	27,66±5,79	44,66±12,65	75±20,83
T	4	374,2±112	37,4±11,25	42,8±13,74	71,8±22,84
Média geral±dp		338±114	33,80±11,40	43,68±14,2	72,81±23,80
CV (%)		33,71	33,71	32,69	32,69
Mínimo/máximo		201,1/531	20,11/53,13	29,23/67,40	48,72/112,3

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
*Comprimento base: 60mm

Tabela 11 Resistência a tração e alongamento da pele de pirarucu (*Arapaima gigas*) submetido ao curtimento com cromo. (T3)

Tipo de Corte	Corpos-de-Prova (nº)*	Força Força Max (N)	Tensão Força Máx (MPa)	Deformação Ruptura (mm)	Deformação Especifica Ruptura (%)
Região dorsal					
L	3	113±20,6	11,3±2,05	32,66±6,12	54,7±10,4
T	3	362±190	36,3±18,8	17,7±15,6	29,3±26,1
Média geral±dp		237,7±201	23±20	25,2±15,49	41,8±25,1
CV (%)		84,7	84,7	61,65	61,65
Mínimo/máximo		90,35/561	9,03/56,11	1,85/38,8	3,09/64,67
Região ventral					
L	4	214,6±32,6	21,4±3,2	32,6±10,5	54±17,7
T	3	253±93	25±9,2	43,4±13,3	72,2±22,4
Média geral±dp		233,7±76,2	23,2±7,6	38±14	63,1±23,3
CV (%)		32,62	32,62	36,89	36,89
Mínimo/máximo		142/413	14,2/41,39	18,9/61,5	31,5/102,5
Região caudal					
L	4	207,3±56	20,66±5,79	32,7±5,7	54±9,9
T	4	463,7±94	46,3±9,6	28±5,3	46±9,1
Média geral±dp		335±164	33,5±16,5	30,3±6,6	50±11,3
CV (%)		48,97	48,97	22,25	22,25
Mínimo/máximo		133/550	13,3/55,1	20,65/39,13	34,41/65,22

L-corte longitudinal; T-corte transversal.
*Comprimento base: 60mm