

## **Resistência do couro da tilápia em função da classificação de peso de abate e sentido de retirada do corpo de prova quando curtidos com sais de cromo**

**Resistance of tilapia leather as a function of the slaughter weight classification and direction of withdrawal from the test body when tan with chrome salts**

**Resistencia del cuero de tilapia en función de la clasificación de peso del sacrificio y dirección de extracción del cuerpo de prueba cuando se broncea con sales cromadas**

Recebido: 16/06/2021 | Revisado: 26/06/2021 | Aceito: 30/06/2021 | Publicado: 13/07/2021

### **Maria Luiza Rodrigues de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5643-0841>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: mlrsouza@uem.br

### **Elisabete Maria Macedo Viegas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1970-2198>  
Universidade de São Paulo, Brasil  
E-mail: emviegas@usp.br

### **Sérgio do Nascimento Kronka**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4102-8117>  
Universidade Estadual Paulista, Brasil  
E-mail: skronka@yahoo.com.br

### **Marcos Antonio Matiucci**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2053-2672>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: m.matiucci@hotmail.com

### **Sabrina Campos Sbaraini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7165-6563>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: sabrinacsbaraini@gmail.com

### **Marcio Douglas Goes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7372-3942>  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil  
E-mail: douggoes@hotmail.com

### **Gislaine Gonçalves Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7819-3493>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: gislaine\_oliveira14@hotmail.com

### **Sabrina Martins dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6658-688X>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: sabrina.martins.dos.santos@hotmail.com

### **Eliane Gasparino**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2611-9259>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: egasparino@uem.br

### **Elenice Souza dos Reis Goes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2437-4800>  
Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil  
E-mail: elenicegoes@ufgd.edu.br

## **Resumo**

Este estudo teve como objetivo avaliar a resistência do couro da tilápia do Nilo em função de classes de peso corporal de abate e sentidos (longitudinal e transversal) do couro em relação ao comprimento do corpo do peixe. As peles foram classificadas em categorias de peso corporal diferentes (C1= 500 a 600 g; C2 = 601 a 700 g e C3 = 701 a 800 g) e congeladas para posterior curtimento. Após descongelamento, as peles foram curtidas com sais de cromo e submetidas ao recurtimento com tanino vegetal. Depois, obtiveram-se os corpos-de-prova, que foram analisados quanto a espessura para realização dos testes de resistência à tração e ao alongamento e rasgamento progressivo, utilizando-se o dinamômetro EMIC. Através da análise de regressão linear, constatou-se que existe uma correlação entre a área da pele (Y) e peso do peixe (X), que pode ser expressa pela equação linear  $Y=39,359 + 0,0269X$  ( $r=0,56^{**}$ ). Houve efeito da classe de peso do peixe sobre as cargas de força aplicadas nos testes de resistência e no sentido transversal do couro

com maior resistência a tração e rasgamento progressivo comparada ao longitudinal. O conteúdo de óxido de cromo presente nos couros variou de 3,75 a 3,81%, enquanto o de substâncias extraíveis em diclorometano variou de 8,16% a 8,47%, e pH ficou entre 3,84 a 3,86 para as categorias de peso. As peles curtidas de tilápia pesando entre 500 a 800 g não diferiram na resistência, quanto a tração, alongamento e rasgamento progressivo. No entanto, quando avaliado o sentido de retirada dos corpos-de-prova, o sentido transversal (referente a largura do couro) apresentou maior resistência quanto à tração e rasgamento progressivo quando comparado ao longitudinal (comprimento do couro).

**Palavras-chave:** Fibras colágenas; *Oreochromis niloticus*; Testes físico-químicos; Tração; Alongamento e rasgamento progressivo do couro.

### Abstract

This study aimed to evaluate the resistance of Nile tilapia leather as a function of slaughter body weight classes and leather directions (longitudinal and transverse) in relation to fish body length. The skins were classified into different body weight categories (C1 = 500 to 600 g; C2 = 601 to 700 g and C3 = 701 to 800 g) and frozen for later tanning. After thawing and tanning using chromium salts and retanning with vegetable tannin, the specimens were removed. Followed by the determination of the thickness to carry out the tests of tensile strength and stretching and progressive tearing, using the EMIC dynamometer. The skin area was determined and through linear regression analysis, it was found that there is a correlation between the skin area (Y) and fish weight (X), which can be expressed by the linear equation  $Y=39,359 + 0,0269X$  ( $r=0.56^{**}$ ). There was an effect of the fish weight class on the force loads applied in the leather strength tests and in the leather transverse direction with higher tensile strength and progressive tear compared to the longitudinal. The chromium oxide content present in the leathers ranged from 3.75 to 3.81%, and 8.16% to 8.47% of extractable substances in dichloromethane and the final pH of the leather ranged from 3.84 to 3.86 between the weight categories. The tanned tilapia hides weighing between 500 and 800 g did not show significant difference in strength, in terms of traction, elongation and progressive tearing. However, when the direction of removal of the specimens was evaluated, the transverse direction (referring to the width of the leather) presented greater resistance in terms of traction and progressive tearing when compared to the longitudinal direction (length of the leather).

**Keywords:** Collagen fibers; *Oreochromis niloticus*; Physicochemical tests; Traction; Stretching and progressive tearing of leather.

### Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia del cuero de tilapia del Nilo en función de las clases de peso corporal de sacrificio y las direcciones del cuero (longitudinal y transversal) en relación con la longitud corporal del pez. Las pieles se clasificaron en diferentes categorías de peso corporal (C1 = 500 a 600 g; C2 = 601 a 700 g y C3 = 701 a 800 g) y se congelaron para su posterior curtido. Después de descongelar y curtir con sales de cromo y recurtir con tanino vegetal, se retiraron las muestras. Seguido de la determinación del espesor para realizar las pruebas de resistencia a tracción y estiramiento y desgarramiento progresivo, utilizando el dinamómetro EMIC. Se determinó el área de piel y mediante análisis de regresión lineal, se encontró que existe una correlación entre el área de piel (Y) y el peso del pez (X), la cual se puede expresar mediante la ecuación lineal  $Y = 39,359 + 0,0269X$  ( $r = 0,56^{**}$ ). Hubo un efecto de la clase de peso del pez en las cargas de fuerza aplicadas en las pruebas de resistencia del cuero y en la dirección transversal del cuero con mayor resistencia a la tracción y desgarramiento progresivo en comparación con el longitudinal. El contenido de óxido de cromo presente en los cueros osciló entre 3,75% y 3,81% y 8,16% a 8,47% de sustancias extraíbles en diclorometano y el pH final del cuero osciló entre 3,84 y 3,86 entre las categorías de peso. Las pieles de tilapia curtidas con un peso entre 500 y 800 g no mostraron diferencia significativa en la resistencia, en términos de tracción, alargamiento y desgarramiento progresivo. Sin embargo, cuando se evaluó la dirección de remoción de los ejemplares, la dirección transversal (referida al ancho de la piel) presentó mayor resistencia en términos de tracción y desgarramiento progresivo en comparación con la dirección longitudinal (longitud de la piel).

**Palabras clave:** Fibras de colágeno; *Oreochromis niloticus*; Pruebas físicoquímicas; Tracción; Estiramiento y desgarramiento progresivo del cuero.

## 1. Introdução

A pele de peixe é um produto nobre e de alta qualidade, possuindo a resistência como característica peculiar (Larezzi, 1988). No entanto, a comercialização e industrialização destas peles enfrentam um problema quanto ao seu pequeno tamanho e aparente fragilidade, porém pela necessidade de conhecer e comprovar a qualidade dessa matéria-prima, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos testando a resistência das peles (Junqueira et al., 1983; Hoinacki, 1989; Souza et al., 2002 a,b; Souza et al., 2003; Pederzoli et al., 1995; Prado et al., 2014; Neu et al., 2015; Yoshida et al., 2016). Estudos sobre a avaliação da resistência mecânica 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).

Para a transformação da pele em um couro, produto imputrescível, torna-se necessário submetê-la ao curtimento. Para tanto, é mantida a natureza fibrosa, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do tecido interfibrilar e ação de produtos químicos. Após a separação das fibras e remoção do material interfibrilar, as peles são tratadas com substâncias denominadas curtentes, que as transformam em couros ou peles processadas, preservadas dos processos autolíticos ou ataque microbiano (Hoinacki, 1989). Assim, a pele é transformada em um material imputrescível, com características típicas de maciez, elasticidade, flexibilidade e resistência à tração e rasgamento progressivo.

O processo de curtimento interfere nas características físico-químicas do couro, e estão relacionadas com o material a ser produzido (Nussbaum, 2002). 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 mais empregado pelas características de maciez e elasticidade que confere às peles (Nussbaum, 2002).

As análises da qualidade dos couros, em geral, são realizadas por ensaios físico-mecânicos e químicos. Em couros de mamíferos, estes ensaios são executados sob padrões estabelecidos por normas técnicas, frente à carga e resistência à tração e percentual de extensão (ABNT – NBR ISO 3376, 2014), determinação da força de rasgamento progressivo (ABNT – NBR ISO 3376, 2014). Também existem normas para couros de mamíferos, em relação à tomada de provas em peles e couros (ABNT - NBR 11032, 2013), para a execução de ensaios químicos e físico-mecânicos que deve ser a mesma para qualquer tipo de pele e couro.

Para couro de peixes, torna-se difícil seguir as mesmas normas aplicadas para couros de mamíferos, visto que a histologia da derme é diferenciada em relação à orientação e disposição das fibras de colágeno da pele para cada espécie (Franco et al., 2015). Em peixes, as fibras são dispostas em camadas sobrepostas e intercaladas por camadas com orientação contrárias das fibras, ficando as camadas de fibras cruzadas entre si (Franco et al., 2015). Em muitas peles de espécies peixes encontram-se fibras dispostas perpendicularmente à espessura, parcial ou total da derme (Junqueira et al., 1983; Souza e Leme dos Santos, 1995; Dourado et al., 1996; Machado, 2001). A análise em microscópio de polarização de corte histológico de peles de muitas espécies indica que as fibras colágenas se dispõem em ângulos próximos a 45° ao longo da pele e cruzam com os outros que lhes são perpendiculares (Almeida, 1998). Encontrando assim, uma diversidade na disposição e orientação das fibras colágenas nas diferentes espécies de peixes. No entanto, nas peles de mamíferos em geral, as fibras colágenas são dispostas de tal maneira, que formam, um entrelaçamento de fibras, com a aparência de uma rede.

Portanto, como não existem normas específicas para realização dos testes de resistência dos couros de peixes, foram determinados parâmetros, quanto ao local e posição dos cortes dos corpos-de-prova e número de amostragens. O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência do couro da tilápia do Nilo em função da categoria de peso corporal de abate e os sentidos (longitudinal e transversal) de retirada dos corpos-de-prova do couro.

## **2. Metodologia**

O processo de curtimento foi conduzido no Laboratório de Curtimento da Universidade Estadual de Maringá (Maringá – PR) e Laboratório da Leather Solutions, na BASF (Sapucaia do Sul – RS). Os testes físico-químicos e físico-mecânicos foram realizados na BASF (Empresa Multinacional produtora e fornecedora de insumos químicos para a indústria de curtimento).

### ***Delineamento experimental***

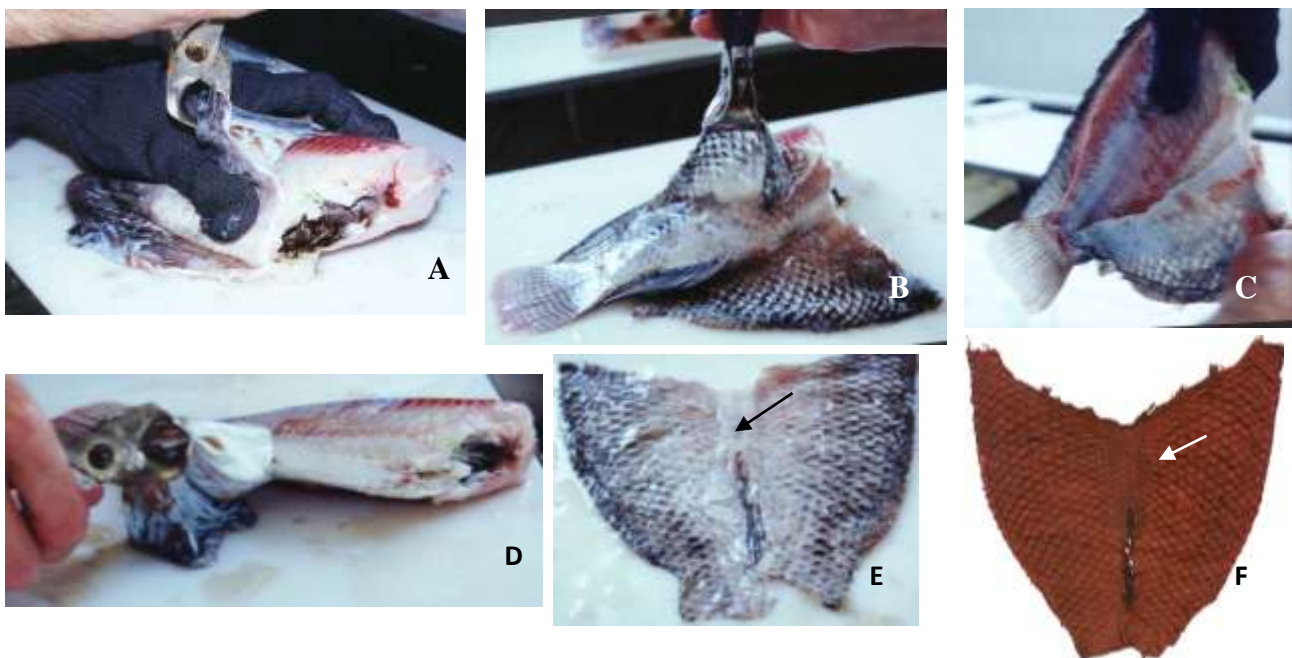
Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 3x2, sendo 3 classes de peso corporal (C1= 500 a 600 g; C2 = 601 a 700 g e C3 = 701 a 800 g) e dois sentidos do couro (SL= longitudinal e ST= transversal). Para análise

da área da pele (n=15), aplicou-se delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos, sendo a classe de peso corporal os tratamentos.

### *Abate e retirada das peles dos peixes*

Num total de 20 tilápias do Nilo foram abatidas dentro de cada categoria de peso por meio de choque térmico (água e gelo a 0°C) e submetidos ao processo de filetagem de acordo com os procedimentos do frigorífico. Após pesagem e medição, os peixes foram submetidos a decapitação, evisceração e retirada da pele com uso de alicate específico, para a remoção dos filés sem pele. As peles foram retiradas inteiras, ou seja, os dois lados unidos pela região ventral. Para a remoção da pele foram realizadas linhas de corte pelo corpo do peixe, sendo ao redor da cabeça, região dorsal e caudal. Em seguida, a pele foi removida com auxílio de alicate especial, iniciando-se a tração da retirada da pele, da região dorsal e do corte contornando a cabeça em direção caudal e ventral. Assim obtiveram-se peles inteiras, e consequentemente, couros com maior área de aproveitamento, conforme descrito por Franco et al. (2015), podendo ser visualizado na Figura 1. As peles, uma vez identificadas individualmente por classe de peso (C1= 500 a 600 g; C2 = 601 a 700 g e C3 = 701 a 800 g), foram pesadas e armazenadas em saco plástico e congeladas até o curtimento. As peles foram curtidas todas juntas, independente da categoria de peso, ou seja, no mesmo equipamento (fulão).

**Figura 1** – Procedimento de remoção da pele da tilápia: (A, B, C, D, E) - com uso de alicate para a pele ficar com os dois lados juntos (unidas pela região ventral, seta). (seta branca = mostrando região onde as lamélulas são menores).



Fonte: Franco et al. (2015).

### *Processo de curtimento*

As peles foram submetidas ao descongelamento à temperatura ambiente, identificadas uma a uma com miçangas coloridas de tamanhos diferentes, fixadas na pele com linha mercê nº 40, na região caudal, e sendo então submetidas ao curtimento.

As peles foram curtidas conforme Souza et al. (2002) e Souza (2004) com modificações através das seguintes etapas: remolho, descarne, caleiro (3% de sulfeto de sódio e 3% de cal hidratada), desencalagem, purga, desengraxe, piquel (3% ácido fórmico para atingir pH 3,0), curtimento (8% de sais de cromo - Chromossal B®), basificação, neutralização, recurtimento e

tingimento (6% de vegetal -Tambit® e 4% de sintético -Tanigam®), engraxe (8% óleos, sendo 4% de Lipodermilicker LANAE® e 4% de Lipodermilicker LA-2®), secagem e amaciamento. Após o descarte das peles foram novamente pesadas para os cálculos dos produtos químicos utilizados nas demais etapas do processamento. Todas as peles foram processadas ao mesmo tempo, com uma duração de 4 dias, com um descanso entre as etapas basificação e neutralização.

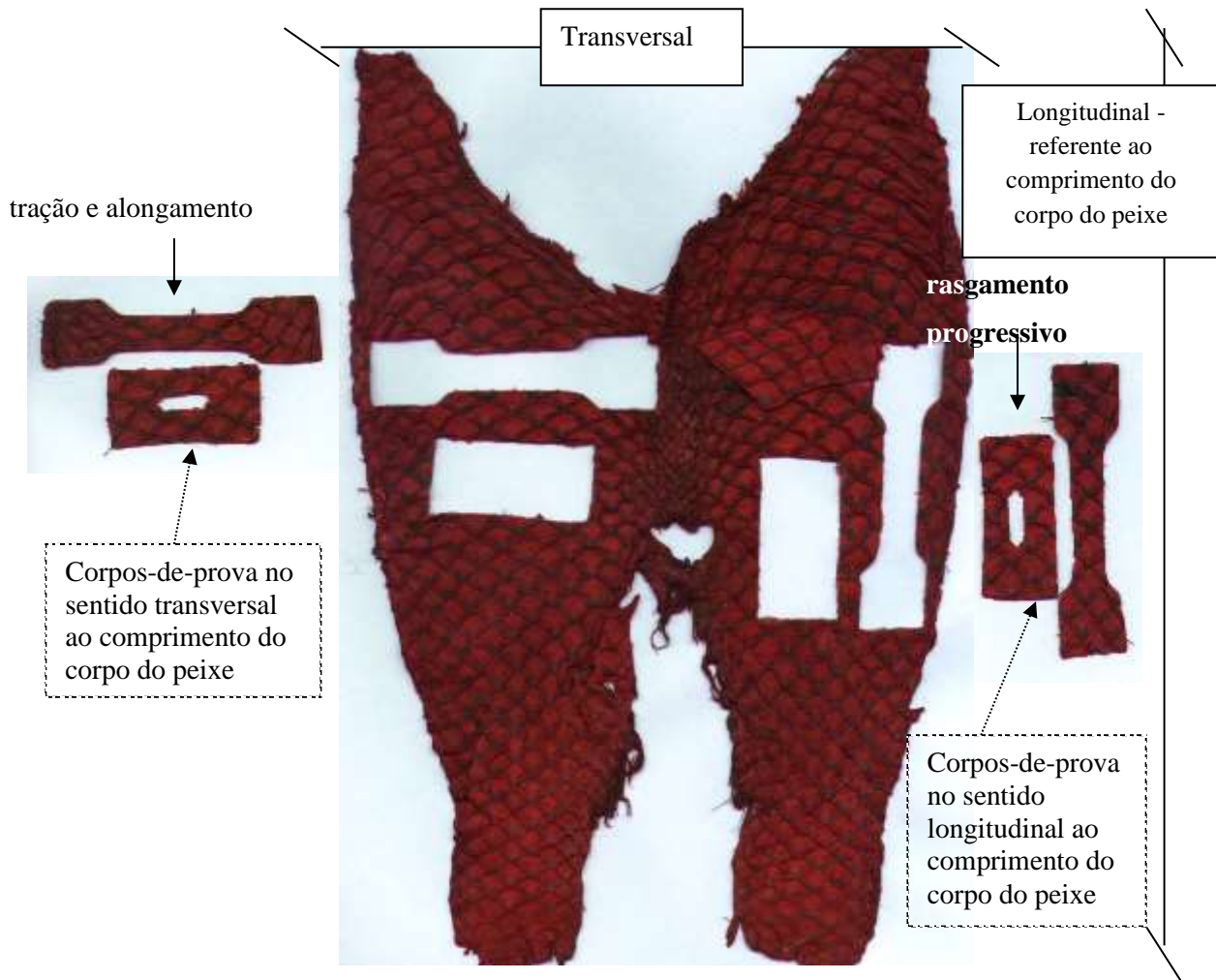
#### ***Retirada dos corpos-de-provas para análises***

O princípio do método de resistência à tração baseia-se na determinação da força necessária para romper o material e seu alongamento percentual (no ponto de ruptura e por carga específica). O resultado é dado em  $N/mm^2$ , conseguido pela divisão da força pela área, e esta é multiplicada pela largura e espessura do corpo-de-prova. Calcula-se o alongamento de ruptura adotando-se a diferença entre o comprimento inicial e o de ruptura e é expresso em porcentagem (ABNT - ISO 3376, 2014). Os testes foram realizados em dinamômetro (marca EMIC).

O teste de resistência ao rasgamento progressivo verifica a resistência do couro através do esforço, em direção oposta, no local de uma incisão padronizada e o resultado é expresso em N,  $N/mm$  ou em  $kgf/cm$  (carga dividida pela espessura).

Como não existem normas específicas para realização dos testes de resistência dos couros de peixes, foram estabelecidos determinados parâmetros, quanto ao local e posição dos cortes dos corpos-de-prova (Figura 2) e número de amostragens.

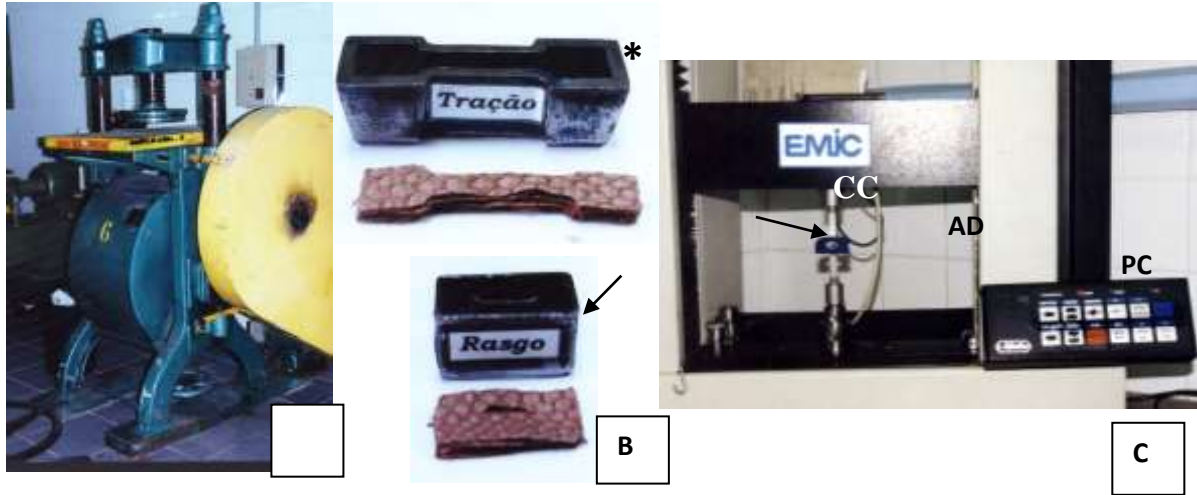
**Figura 2** - Remoção dos corpos-de-prova do couro da tilápia. (seta branca = as lamélulas de proteção e inserção da escama são menores e o tecido dérmico é reduzido).



Fonte: Franco et al. (2015).

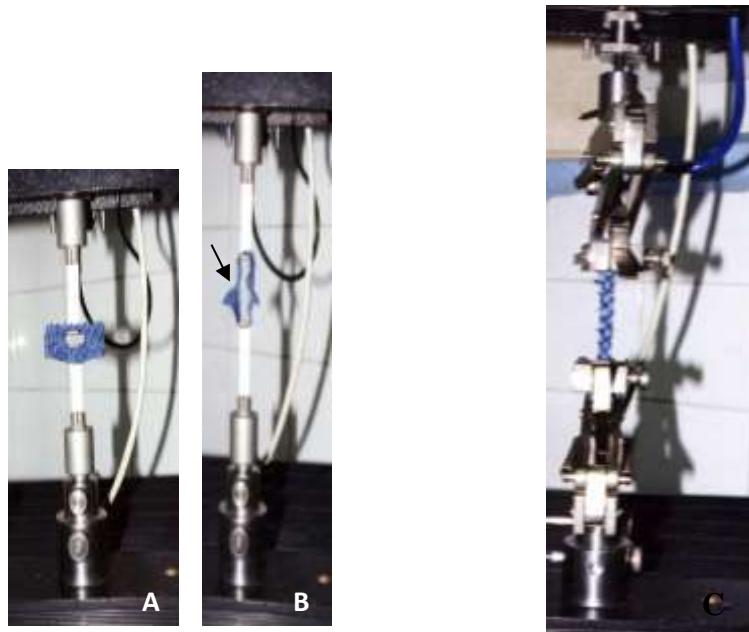
Depois do curtimento, os corpos-de-prova foram removidos, para obtenção dos valores de resistência à tração e ao alongamento e a determinação da força de rasgamento progressivo. Os corpos-de-prova foram retirados da pele (ABNT – NBR 2418, 2015) com um balancim (Figura 3) e levados para o laboratório (temperatura  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $50\pm 5\%$ ), por 48 horas, conforme ABNT (NBR 10455, 2014). Determinou-se a medida de espessura de cada amostra (ABNT – NBR 2418, 2015), para uso nos cálculos de resistência à tração e alongamento e ao rasgamento. O teste de resistência foi realizado em dinamômetro EMIC-Dcame, utilizando velocidade de afastamento entre as cargas de  $100\pm 10$  mm/min (Figuras 3 e 4), e força de 200 kgf no dinamômetro (calibrado pelo Laboratório CGCRE/INMETRO, nº 197).

**Figura 3** – (A) Balancim; (B) navalhas (faca) de corte para obtenção dos corpos-de-prova (\*) e rasgamento progressivo (seta); (C) Dinamômetro EMIC –Dcame, composto de haste de deslocamento ascendente ou descendente (AD), célula de carga (CC), garras (seta) e painel de controle (PC).



Fonte: Autores.

**Figura 4** – (A,B) execução do teste de rasgamento progressivo (seta) entre as garras durante o esforço e (C) teste de tração e alongamento.



Fonte: Autores.

De acordo com as normas, em couro, o corpo de prova deve ser recortado com o lado do comprimento paralelo à linha dorsal. Baseado nessa informação, a retirada do corpo-de-prova no couro de tilápia do Nilo foi referente ao sentido longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do animal, conforme descrito por Franco et al. (2015), podendo ser visualizado na Figura 2.

Segundo a ABNT (NBR ISSO 3376, 2014) devem ser retirados 6 corpos-de-prova, sendo três paralelamente e três perpendicularmente à linha dorsal. Foram retirados 10 corpos-de-prova por sentido do couro (longitudinal e transversal), sendo

que de cada couro foi retirado corpo-de-prova em cada sentido (Figura 2). Portanto, foram utilizados 10 couros contendo as duas faces do peixe, ou seja, unidas pela região ventral.

Durante o curtimento, no estado “wet blue” (fase do curtimento em que o couro já recebeu os sais de cromo e está úmido) foram obtidas amostras (com áreas conhecidas) e submetidas ao teste de retração utilizando-se água a 80°C, por um minuto (modificado de ABNT - NBR 13335, 2001).

#### ***Preparo das amostras para análises físico-químicas***

As amostras foram preparadas conforme normas da ABNT (NBR ISO 4044, 2015), sendo determinados os teores de óxido de cromo Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (ABNT - NBR 11054, 1999), substâncias extraíveis com diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (ABNT - NBR 11030, 1997) e a determinação do pH e da cifra diferencial do pH de um extrato aquoso (ABNT - NBR 11057, 1999).

#### ***Determinação da área da pele***

Foi determinada a área da pele (referente a um lado do peixe) por classe de peso (após processamento). As amostras foram colocadas sobre papel manteiga e contornadas com lápis para determinação da área (modificado segundo Pontara, 2001). Para cálculo das áreas foi utilizado um sistema de informações geográficas (Assunção et al., 1990) juntamente com o programa denominado Sistema de Processamento de Informações Geocodificadas – Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 1999).

#### ***Análise estatística***

Os dados obtidos nos testes físico-mecânicos e os da área das peles foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (software *Statistical Analysis System* - SAS, SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA). Os resultados dos testes físico-químicos foram utilizados apenas para caracterização do produto final (couro).

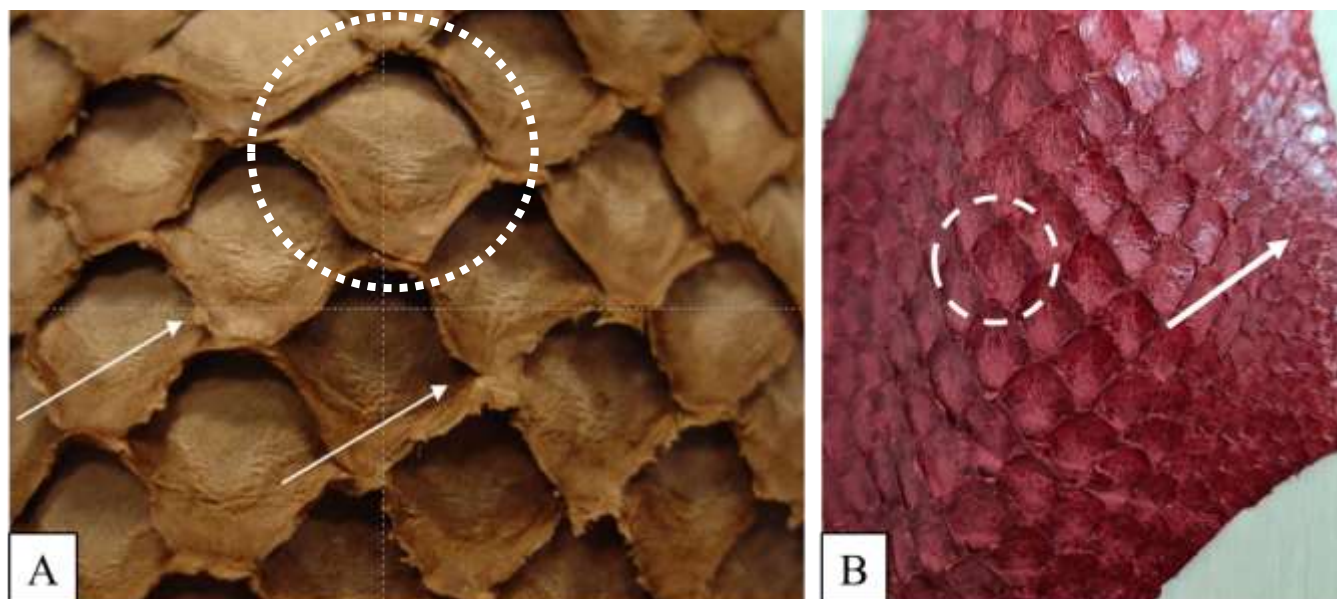
### **3. Resultados**

#### ***Descrição do desenho de flor do couro de tilápia***

A tilápia do Nilo possui um couro com padronização na distribuição das lamélulas de proteção da inserção das escamas (Figura 1F e 2). As lamélulas são distribuídas por toda a área da pele, apresentando um padrão no tamanho e comprimento das lamélulas, exceto na região ventral, onde são menores (Figura 1F, seta e Figura 2). Na Figura 5 verificam-se detalhes do desenho de flor, podendo-se observar que as lamélulas possuem tamanho mais definido (posição em que se encontrava a escama), bem como comprimento (tecido localizado na porção anterior da escama).



**Figura 5** – Desenho de flor do couro de tilápia. (A) mostrando o abertura (círculo pontilhado) e comprimento (seta) das lamélulas de proteção e inserção das escamas. (B) mostrando lamélulas (círculo pontilhado) e seta indicando pequenas lamélulas na região ventral.



Fonte: Autores.

#### **Características da pele associada a classificação de peso de abate**

Os pesos e comprimentos padrão médios nas classes C1, C2 e C3, foram 564 g e 25,67 cm, 646,40 g e 26,62 cm, 724,45 g e 27,73 cm, respectivamente (Tabela 1).

Como os couros de peixes são comercializados por classificação de tamanho, ou seja, área útil, então, torna-se interessante saber o peso e área de pele produzida em função do peso do peixe. Na Tabela 1, pode-se verificar que houve um aumento significativo ( $P < 0,01$ ) de peso (g) e área ( $\text{cm}^2$ ) com o aumento do peso do peixe. Não foi observada diferença significativa na porcentagem de pele bruta entre as três classes de peso estudadas. Como as peles a serem processadas são comercializadas por peso; deve-se buscar peles provenientes de peixes de maior peso corporal, pois implica em produzir um couro de maior área de aproveitamento, desde que, a pele tenha sido adequadamente retirada do peixe, sem excessos de músculos aderidos à pele. Através de uma análise de regressão linear, constatou-se que existe uma correlação entre a área da pele (Y) e peso do peixe (X), que pode ser expressa pela equação linear  $Y = 39,359 + 0,0269X$  ( $r = 0,56^{**}$ ).

**Tabela 1** – Valores médios dos pesos e medidas das tilápias de Nilo, com as respectivas porcentagens, área e pesos de suas peles.

| Classe de peso (C) | Peso corporal (g)   | Comprimento padrão (cm) | Altura (cm)        | Peles               |                    | Área da pele ( $\text{cm}^2$ ) |
|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|
|                    |                     |                         |                    | Peso (g)            | Porcentagens       |                                |
| C1 = 500 a 600 g   | 564 <sup>c(1)</sup> | 25,67 c                 | 9,38 b             | 17,56 c             | 6,30 a             | 50,32 c                        |
| C2 = 601 a 700 g   | 646,43 b            | 26,62 b                 | 9,73 b             | 21,58 b             | 6,63 a             | 56,11 b                        |
| C3 = 701 a 800 g   | 724,45 a            | 27,73 a                 | 10,45 a            | 24,43 a             | 6,71 a             | 62,59 a                        |
| Teste F            | 81,52 <sup>**</sup> | 21,83 <sup>**</sup>     | 7,08 <sup>**</sup> | 21,90 <sup>**</sup> | 0,98 <sup>ns</sup> | 23,62 <sup>**</sup>            |
| C.V. (%)           | 4,69                | 2,81                    | 7,10               | 18,68               | 18,57              | 7,40                           |

<sup>(1)</sup>Médias na mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

<sup>\*\*</sup> - significativo ( $P < 0,01$ )      ns- não significativo ( $P > 0,05$ )

Fonte: Autores.

As peles apresentaram espessura de 0,61 mm a 0,69 mm, não sendo observada diferença entre a espessura dos corpos-de-prova, obtidos a partir das três classes de peso analisadas. No entanto, analisando a espessura dos corpos-de-prova considerando o sentido, apenas para o rasgamento progressivo no sentido longitudinal, a espessura foi significativamente ( $P<0,05$ ) maior (0,69 mm) comparado ao transversal (0,62 mm) (Tabela 2).

Os couros provenientes das três classes de peso de tilápia do Nilo, curtidos com a técnica descrita anteriormente, não apresentaram diferença significativa para o teste de tensão à tração, alongação e rasgamento progressivo (Tabela 2). No entanto, a carga de força (N) e força máxima (N) aplicada nos testes foi significativamente superior para a classe C3, não diferindo da C1, na determinação do teste de rasgamento progressivo (Tabela 2).

**Tabela 2** – Valores médios do teste de resistência do couro da tilápia em função da classe de peso corporal e sentido do corpo de prova.

| Fatores                       | Tração e alongamento       |                         |                                |                  | Rasgamento progressivo |              |                      |                      |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|------------------------|--------------|----------------------|----------------------|
|                               | Esp <sup>(1)</sup><br>(mm) | Carga<br>ruptura<br>(N) | Tração<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | Elongação<br>(%) | Esp.<br>(mm)           | Carga<br>(N) | Rasgo<br>(N/mm)      | Força<br>máx.<br>(N) |
| Classe de peso corporal (C)   |                            |                         |                                |                  |                        |              |                      |                      |
| C1=500-600 g                  | 0,61 a <sup>(2)</sup>      | 75,33 b                 | 12,64 a                        | 59,37 a          | 0,65 a                 | 11,40ab      | 17,69 a              | 25,84abb             |
| C2=601-700 g                  | 0,62 a                     | 69,39 b                 | 16,04 a                        | 63,85 a          | 0,64 a                 | 8,74 b       | 14,10 a              | 23,32 b              |
| C3=701-800 g                  | 0,69a                      | 108,91 a                | 11,12 a                        | 63,85 a          | 0,68 a                 | 11,98 a      | 17,86 a              | 32,41 a              |
| Sentido do corpo de prova (S) |                            |                         |                                |                  |                        |              |                      |                      |
| Longitudinal                  | 0,64 a                     | 60,06 a                 | 9,13 b                         | 61,65 a          | 0,69 a                 | 8,57 b       | 12,56 b <sup>b</sup> | 22,88 b              |
| Transversal                   | 0,64 a                     | 108,36 a a <sup>a</sup> | 17,40 a                        | 58,74 a          | 0,62 b                 | 12,84 a      | 20,54 a              | 31,50 a              |
| Teste F                       |                            |                         |                                |                  |                        |              |                      |                      |
| Classe de Peso (C)            | 3,28ns                     | 5,58*                   | 2,37 ns                        | 1,18 ns          | 0,90ns                 | 4,03*        | 2,93 ns              | 3,41*                |
| Sentido (S)                   | 0,009ns                    | 20,80**                 | 19,14**                        | 0,67 ns          | 7,43*                  | 18,33**      | 31,07**              | 8,65**               |
| Interação (C x S)             | 0,86ns                     | 2,92 ns                 | 1,60 ns                        | 0,84 ns          | 2,28ns                 | 2,11 ns      | 1,14 ns              | 0,81 ns              |
| C.V.(%)                       | 11,78                      | 34,44                   | 39,00                          | 14,94            | 10,26                  | 25,46        | 23,70                | 29,54                |

<sup>(1)</sup> – espessura do corpo-de-prova (mm)

<sup>(2)</sup> - Para cada fator, em cada coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ). \* - significativo ( $P>0,05$ ) \*\* - significativo ( $P<0,01$ ) ns - não significativo ( $P>0,05$ )

Fonte: Autores.

Analisando o sentido do couro (transversal ou longitudinal) em relação ao comprimento do peixe, verificou-se que o couro possui mais resistência à tração e rasgamento progressivo no sentido transversal comparada à longitudinal. A quantidade de carga de força e a força máxima aplicada nos testes foram maiores ( $P<0,01$ ) para a posição transversal, e não foi observada diferença para alongamento tanto em função da categoria de peso dos peixes, como no sentido de retirada dos corpos-de-prova (Tabela 2).

#### Teste de retração dos couros

As amostras retiradas em estado *wet blue* não apresentaram retração à temperatura elevada (água fervente).

### Testes físico-químicos do couro

Na Tabela 3 constam os resultados obtidos nos testes físico-químicos do couro referentes às três classes de peso. Observou-se valores de óxido de cromo entre 3,75% e 3,81%. Estas análises foram realizadas apenas para caracterização dos parâmetros físico-químicos do couro.

**Tabela 3** – Valores médios de óxido de cromo, teor de graxa, pH e cifra diferencial das amostras de couro de tilápia do Nilo em três classes de peso corporal.

| Análises físico-químicas realizadas nos couros                   | Classe de peso corporal |              |             |
|--|-------------------------|--------------|-------------|
|  | C1=500-600g             | C2=601-700 g | C3=701-800g |
| Determinação do Óxido de Cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 3,81%                   | 3,75%        | 3,76%       |
| Determinação de Substâncias Extraíveis em Diclorometano          | 8,47%                   | 8,16%        | 8,31%       |
| Determinação do pH   | 3,86                    | 3,84         | 3,85        |
| Cifra Diferencial em Extrato Aquoso                              | 0,25                    | 0,23         | 0,23        |

<sup>(1)</sup>- Médias na mesma coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

\* - significativo (P<0,05)    \*\* - significativo (P<0,01)    ns - não significativo (P>0,05)

Fonte: Autores.

## 4. Discussão

### Descrição do desenho de flor do couro de tilápia

As lamélulas de proteção da inserção das escamas, são as responsáveis pela formação do característico mosaico encontrado na superfície do couro de peixes com escamas, considerado como desenho de flor, caracterizando a própria espécie. Esse desenho de flor do couro é uma característica própria da espécie, ou seja, apresenta um padrão específico de desenho por pele considerando o tamanho das escamas inseridas na pele do peixe. Raramente observa-se em couro de tilápia um desenho de flor fugindo do padrão de distribuição das lamélulas se comparado com outras espécies. No desenho de flor do couro de beijupirá (*Rachycentron canadum*), peixe marinho, de acordo com Souza et al. (2017), esse mosaico formado na superfície da pele curtida é composto por lamélulas muito pequenas em relação aos das tilápias.

Souza et al. (2002b) afirmam, através de um levantamento realizado, que o couro de tilápia do Nilo foi considerado mais bonito comparativamente ao da carpa espelho, devido ao desenho uniforme e pequeno (espaço entre as lamélulas) proporcionado pelas lamélulas e também ao seu reduzido comprimento. Foram entrevistadas 100 pessoas, das quais 63% consideraram o couro de tilápia do Nilo mais bonito e atraente comparado ao da carpa espelho (33%) e apenas 4% gostaram dos dois tipos de couros.

### Teste de fervura ou retração

A estabilidade hidrotérmica das fibras colágenas (a retração por água fervendo) é particularmente uma medida de resistência ou qualidade do couro e reflete o grau de sua deterioração (Larsen, 2000). Os couros que foram submetidos aos testes de fervura não sofreram retração, indicando que eles estavam com uma quantidade adequada de cromo no curtimento, apesar de sua estrutura ser considerada extremamente sensível. Esse teste é empregado na indústria do couro como indicativo do grau de curtimento da pele, pois ocorrendo retração, deve-se aumentar a quantidade de cromo ou realizar a recromagem na etapa de recurtimento (Jacinto, 2000). Observando na Tabela 3 dos testes físico-químicos realizados que, os couros estavam com teores de óxido de cromo dentro de valores preconizados.

### **Testes de resistência do couro**

Encontram-se poucos trabalhos referentes à resistência do couro de peixe na literatura (Pederzoli et al., 1995; Machado et al., 2002; Souza et al. 2002 a,b; Souza et al., 2014; Souza et al., 2017), sendo cada um deles abordando um aspecto, quanto a técnica de curtimento, uso de diferentes agentes curtentes, níveis de óleo no engraxe, entre outros. Porém, avaliação da resistência em função do tamanho do peixe não foi encontrado nada mais aprofundado.

As peles das tilápia do Nilo com peso corporal entre 500 e 800g, quando transformadas em couro, não apresentaram diferenças de resistência, para os testes de rasgamento progressivo, tração e alongamento. Talvez, tal fato tenha ocorrido devido aos extremos de peso dos peixes referentes às classes analisadas terem sido muito próximos. Mas, novas pesquisas envolvendo peixe com maior peso de abate devem ser consideradas.

Analisando os couros provenientes de peixes de três classes de peso, era esperado que, para os peixes mais pesados, os couros apresentassem uma espessura também maior. A espessura do couro foi aumentando à medida que houve acréscimo no peso dos peixes, porém essa diferença não foi significativa. Todavia, esperava-se que a resistência do couro sofresse efeito pronunciado da espessura, pois os valores da carga são divididos pela espessura no ensaio de rasgamento e pela área no ensaio de tração. Mas, pode ser que peixes com peso inferior e superior a estes analisados neste estudo, possam influenciar na resistência devido à espessura de sua pele estar em valores extremos, pois os testes de resistência são baseados na espessura dos couros.

Segundo Uzeika (1999) 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, o habitat do animal. O pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o cachara (*Pseudoplatystoma fasciatus*) apresentam em alguns locais da derme compacta, infiltrações por tecido gorduroso (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).

Segundo Greven et al. (1995), a estrutura e a bioquímica da pele são alteradas durante a estação de desova e tais mudanças são mais acentuadas em espécies com migração reprodutiva. Todavia, os efeitos de hormônios sobre as propriedades mecânicas da pele ainda são pouco investigados. Os mesmos autores mencionam estudos realizados com o fornecimento de doses de estradiol para ratos por 5 dias observaram um aumento na espessura da pele, a qual, e conseqüentemente, apresentou uma máxima tensão de tração. De acordo com Fujikura et al. (1988) a espessura da derme é determinada, principalmente, pela proporção de fibras colágenas e Greven et al. (1995) consideram que essa quantidade de espessas camadas de fibras colágenas tem efeito sobre as propriedades mecânicas da pele.

Existem outros fatores que influenciam o aumento da resistência do couro, ou seja, a técnica empregada no curtimento das peles, pode proporcionar num couro delgado uma considerável resistência. Isso foi analisado por Franco et al. (2015), onde observaram couros com menor espessura (0,58 a 0,63 mm) apresentaram uma maior resistência à tração (29,77N/mm<sup>2</sup>) no sentido transversal e maior alongamento (107,72%) no sentido logitudinal do couro e uma boa resistência ao rasgamento progressivo, independente do sentido do couro, cujo valor médio foi de 20,16N/mm.

Os parâmetros que indicam a tração (carga de força, tensão de tração e elasticidade) podem ser correlacionados com a quantidade e a orientação das fibras colágenas. A distribuição e orientação das fibras colágenas no sentido transversal (largura do couro) ou longitudinal (comprimento do couro) ao comprimento do corpo do peixe afetam a resistência do couro. Isso pode ser observado neste experimento, através do teste de resistência, no qual o couro (analisando na largura) apresentou uma maior resistência à tração e rasgamento progressivo, no sentido transversal comparado ao longitudinal (comprimento).

Souza et al. (2002b) relataram que a pele de tilápia do Nilo apresenta uma 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 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 consegue-se uma maior resistência do couro. Uma vez realizado o teste de resistência nos couros provenientes de peixes de diferentes classes de peso e sentido do couro (longitudinal e transversal), nota-se que existem diferenças na estrutura dérmica dessa espécie, visto que o couro apresentou na maioria das análises uma resistência superior no sentido transversal comparado ao longitudinal.

Em peixes em que 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), justificando a resistência do couro neste sentido. Com essa característica de arranjo de fibras colágenas na pele, após o curtimento, ela apresenta elevada resistência, principalmente no sentido transversal ao comprimento do corpo do peixe.

Esse resultado é justificado pela relação da espessura do couro, já que para obtenção da tração, deve-se calcular a carga de ruptura pela espessura do corpo-de-prova do couro, que é expressa em mm. Observando a Tabela 1, nota-se que nessa classificação de peso, as peles uma vez submetidas ao processo de curtimento, não sofreram efeito do peso do peixe nos testes de rasgamento progressivo, tração e alongamento. Todavia, nota-se que o sentido do couro influenciou nos testes de resistência.

Franco et al. (2015), avaliando a resistência do couro da tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento e sentido do couro, observaram que houve variação de 8,76 N/mm a 26,03 N/mm, para rasgamento progressivo. De um modo geral os maiores valores foram para o sentido transversal do couro, apesar de algumas técnicas de curtimento aplicadas não apresentarem diferenças na resistência para esse parâmetro. Os valores de rasgamento progressivo obtidos neste experimento da categoria de peso ficaram entre os resultados relatados Franco et al. (2015).

Segundo Gutterres (2001) as substâncias engraxantes são, ao lado das de ação curtente, componentes principais incorporados à estrutura da pele em termos de massa durante a fabricação do couro. Depois dos curtentes, são também os óleos engraxantes, os agentes mais importantes para determinar a característica de curtimento do couro.

Souza et al. (2002b) analisando couro de tilápia do Nilo e carpa espelho curtidos com sais de cromo, obtiveram um valor médio para a tilápia de 12,02 N/mm<sup>2</sup> e para a carpa de 12,32 N/mm<sup>2</sup>. Estes resultados estão próximos aos valores médios observados neste experimento. Todavia, segundo Franco et al. (2015) quando avaliaram os couros em função da técnica de curtimento os valores de tração variaram de 7,15 N/mm<sup>2</sup> (couro no sentido longitudinal) a 29,77 N/mm<sup>2</sup> (couro no sentido transversal), sendo que a maior resistência foi para o curtimento que utilizou-se 8% de sais de cromo, 2% de taninos vegetal (Weibull®), 2% de tanino sintético (Tanigan®) e 2% à base de resina acrílica (Relugan EXP®) e 40% de óleos de engraxe (15% de Lipodermilicker LANAE, 4% de Lipodermilicker LA-2, 5% de Lipo LBCT® e 5% de Apresto WP®). Isto mostra que a técnica influencia muito nos resultados de resistência do couro. Mas, a resistência do couro também está relacionada à disposição e orientação das fibras colágenas, que difere entre as espécies. Em peles de pacu, Machado (2001) observou que as fibras colágenas da derme estavam imbricadas, e conseqüentemente, o couro dessa espécie apresentaria um maior valor de rasgamento progressivo. Também a força máxima (44,30 N) utilizada no teste para obtenção do rasgamento (36,51 N/mm) foi significativamente (P<0,01) superior aos resultados de força máxima observados em piavuçu (17,05 N) e piraputanga (6,72 N), que não apresentavam essa descrição na orientação das fibras colágenas.

Conforme Junqueira et al. (1983), o arranjo estrutural das fibras colágenas da derme compacta, bem como a espessura desse estrato, permite que a pele apresente grande resistência às diferentes forças de tração. Por essa razão, a pele de algumas espécies de peixes pode ser utilizada comercialmente na confecção de artefatos de couro.

As peles de tilápia do Nilo (de 500 a 800 g), podem ser utilizadas na confecção de vestuário, pois o valor médio de resistência estava dentro dos valores de referência para mamíferos. Segundo Hoinacki (1989), esses valores de referência da resistência do couro 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 a tração, são de no mínimo, 9,80 N/mm<sup>2</sup>, alongação até a ruptura de no mínimo, 60% e rasgamento progressivo de 14,72 N/mm.

Foram analisados os fatores como a classe de peso e o sentido do couro (longitudinal e transversal) que influenciam na resistência do couro. Entretanto, outros fatores podem estar relacionados com a resistência do couro, tais como: espécie, sexo e regiões da pele curtida (couro), composição centesimal da pele, principalmente pela quantidade de lipídios, a alimentação em relação aos minerais (zinco e manganês) e vitaminas, principalmente a vitamina C (estimula o desenvolvimento das fibras colágenas). Também merece uma atenção especial, em relação ao processo de curtimento, a análise em termos de tempo de cada etapa do processo e testar o efeito de diferentes produtos químicos no processo de curtimento, pH e concentrações produtos químicos utilizados no curtimento, entre outros possíveis fatores que podem interferir na resistência do couro devem ser avaliados.

### *Testes físico-químicos do couro*

O resultado obtido de óxido de cromo, com a pele da tilápia do Nilo está relacionado com a proporção desse curtente fixado às fibras colágenas. O teor de óxido de cromo no couro semi-acabado deve ser de no mínimo 3,0% (Hoinacki, 1989). A análise quantitativa de óxido de cromo do couro indicou que eles poderiam suportar altas temperaturas sem haver retração, fato comprovado no teste de fervura realizado durante o curtimento.

As substâncias solúveis em diclorometano são todas as substâncias que são extraíveis da amostra pelo solvente. Essa análise indica o conteúdo de óleos e graxas no couro. Os valores observados no presente estudo estão de acordo com os preconizados, de no máximo 18% (BASF, 2004).

Os elementos fibrosos do couro são desidratados durante o curtimento; porém, com execução do engraxe no término do processo, os óleos recobrem as fibras colágenas determinando um bom tato (macio, suave ao toque), e o engraxe influencia no couro, dando-lhe uma maior maciez e resistência, além de impermeabilidade à água.

De uma maneira geral, as características físico-mecânicas podem ser melhoradas pela ação do engraxe, por proporcionar couros mais resistentes a rasgos, e o couro torna-se mais macio e elástico devido à presença dos óleos que envolvem as fibras colágenas, pois os óleos funcionam como um lubrificante e evitam sua aglutinação durante a secagem (Hoinacki, 1989; Gutterres, 2001). Portanto, a quantidade de graxa aplicada durante o processamento, pode realmente interferir na resistência do couro, principalmente no valor da tração.

Durante o curtimento, o pH do couro geralmente permanece ácido; no entanto, uma quantidade excessiva de ácido no interior do couro pode ocasionar problemas, em função da degradação da cadeia protéica, o que diminui a resistência do couro (Jacinto, 1996). Conforme Flôres (1993) pode ocorrer redução da resistência físico-mecânica do couro, quando o pH for baixo, por apresentar poder corrosivo sobre as fibras colágenas. O excesso de ácidos na estrutura do couro, principalmente de ácido sulfúrico afeta as fibras, destruindo-as lentamente, gerando um couro fraco (Flôres, 1993). Além disso, pode ocorrer a oxidação de componentes metálicos colocados em contato com o couro, como rebites, fivelas e ilhoses, bem como, ocasionar alergia ou irritação para o usuário. Quanto maior a força dos ácidos presentes no couro, maiores serão as conseqüências no couro (Flôres, 1997); portanto, deve-se determinar a quantidade (pH) e a qualidade (cifra diferencial) dos ácidos presentes no couro.

## 5. Conclusão

Peles curtidas provenientes de tilápia do Nilo que pesam de 500 a 800 g não apresentaram diferença na resistência, tração, alongamento e rasgamento progressivo. Porém, o sentido transversal (referente a largura do couro ou altura do peixe) dos corpos-de-prova apresentou maior resistência quanto à tração e rasgamento progressivo quando comparado ao longitudinal (comprimento do couro, referente ao comprimento do corpo do peixe). Estando essa resistência associada à estrutura histológica (disposição e orientação das fibras colágenas) da pele. Constatou-se que existe uma correlação entre a área da pele e peso do peixe, podendo-se determinar em função do peso de abate do peixe a área do couro que terá disponível para utilização na confecção. Os parâmetros físico-químicos encontraram-se dentro do recomendável para um couro com qualidade. As análises indicaram que os couros podem suportar altas temperaturas, sem haver retração. O conteúdo de óleos e graxas no couro, estava dentro do permitido para obtenção de couro com qualidade, assim como o pH com valor acima do indicado, garantindo menor possibilidade de ácidos ou acidez ao couro.

Novas pesquisas devem ser realizadas avaliando peles de peixes provenientes de maiores pesos corporal ao abate, determinando a área de aproveitamento, espessura e resistência em relação aos sentidos do couro longitudinal e transversal para aplicação, especialmente para confecção de calçados, na qual a exigência é maior em termos de resistência do couro. Também, são necessárias pesquisas com aplicação de produtos menos poluentes ao ambiente, tais como o uso de tanino vegetal e corantes naturais e avaliar a qualidade de resistência desses couros, como um meio mais ecológico e sustentável para aplicação nas peles de peixes.

## Referências

- ABNT. (2014). NBR ISO 3376, Couro: Ensaio físicos e mecânicos – Determinação da resistência à tração e percentual de extensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (1988). NBR 10455: climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (1997). NBR 11030: couro - determinação de substâncias extraíveis com diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>). Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (2015). NBR-ISO 4044: Couro – Ensaio químicos – preparação de amostras de couro para análise química. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT (2015). NBR 2418, Couro: Cortes de corpos-de-prova. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (1999). NBR 11054: couros – determinação de óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (1999). NBR 11057: couro - determinação do pH e da cifra diferencial. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (2001). NBR 13335: couro – determinação da retração. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ABNT. (2013). NBR 11032:Peles e couros - Tomada do pedaço de prova - Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- Adeodato, S. (1995). Peles exóticas e ecológicas. *Globo Ciência*, 51, 56-60.
- Almeida, R.R. (1988). A pele de peixe tem resistência e flexibilidade? *Revista do Couro*, 127, 49-53.
- Assunção, G. V., Formaggio, A. R. & Alves, A. R. (1990). Mapa de aptidão agrícola das terras e uso adequado das terras: uma abordagem usando SGI e imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 6., 1990, Manaus. Anais... p.162 - 166.
- BASF Vademécum. (2004). *Para el técnico em curtición*. (3a ed.), Ed. Basf. Ludwigshafen.
- Dourado, D. M., Souza, M. L. R. & Santos, H. S. L. (1996) Structure of cachara skin (*Pseudoplatystoma fasciatus*) cultivated in rio Miranda. *Brazilian Journal of Morphological Science*, 13, 148.
- Flôres, A. (1997). Aspectos importantes na produção de couros wet-blue. *Revista do couro*, 119, 66-70.
- Flôres, A. (1993). O pH e a cifra diferencial de um extrato aquoso de couro. *Revista do Couro*, 93, 32.
- Franco, M. L. R. S., Viegas, E. M. M., Kronka, S. N., Gasparino, E., Pontara, L. P., & Del Vesco, A. P. (2015). Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. *Acta Tecnológica*, 10, 24-31.
- Fujikura, K., Kurabuchi, S., Tabuchi, M. & Inoue, S. (1988). Morphology and distribution of the skin glands in *Xenopus laevis* and their response to experimental stimulation. *Zoological. Science*, 5, 415-430.

- Greven, H., Zamger, K. & Schwinger, G. (1995). Mechanical proprieties of the *Xenopus laevis* (Anura, Amphibia). *Journal of Morphology*, 224, 15-22.
- Gutterres, M. (2001). Distribuição, deposição e interação química de substâncias de engraxe no couro. In: Congresso Da Federação Latino-Americana Das Associações Dos Químicos E Técnicos Da Indústria Do Couro, 15., 2001, Salvador. Anais... 1, 108-119.
- Hoinacki, E. (1989). *Peles e couros - origens, defeitos e industrialização*. (2a ed.), Henrique d'Ávila Bertaso, 319 p.
- INPE. (1999). Apostila de curso Spring 3.3: Spring básico. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- Jacinto, M. A. C. (1996). *Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (Ovis aries L.) lanados e deslanados, relacionados com o aspecto físico-mecânico do couro após o curtimento*. 90f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Jacinto, M. A. C. (2000). *Influência da raça e idade nas características histológicas e físico-mecânicas de couros caprinos*. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- Junqueira, L. C. U., Joazeiro, P. P., Montes, G. S., Menezes, N. & Pereira Filho, M. (1983). É possível o aproveitamento industrial da pele dos peixes de couro? *Tecnicouro*, 5, 4-6.
- Larezzi, A. D. (1988). Peles de peixes: matéria-prima para confecções, calçados e acessórios de moda. *Setor Couro*, 19, 8-9.
- Larsen, R. (2000). Experiments and observations in the study of environmental impact on historical vegetable tanned leathers. *Thermochimica Acta*, 365: 85-99.
- Machado, S. D., Dourado, M. D., Souza, M. L. R., Jardim, M. I. A., Matias, R., Ferreira, I. C. & Correia, C. (2002). Testes de resistência físico-mecânico do couro do piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: Aqüicultura Brasil'2002, Goiânia. Anais... Simbraq.
- Machado, S. D. (2001). Aproveitamento e tecnologia do curtimento de pele de peixe. 50f. Monografia (Trabalho de graduação em Ciências Biológicas). Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande.
- Neu, D. H., Dallagnol, J. M., Klein, S., Maluf, M. L. F., Franco, M. L. R. S., & Boscolo, W. R. (2015). Resistência do couro de tilápia do Nilo submetido a diferentes processos de curtimento. *Archivos de zootecnia*, 64, 291-298.
- Nussbaum, D. F. (2002). O efeito dos sais de cromo de basicidade diferente. *Revista do couro*, 154, 62-71.
- Pederzoli, A. R., Scheibe, E., Streit, K. F., Moreira, M. V. & Corrêa, T. P. (1995). Study of the economical viability of processing of fish skins. In: Congress Of The Internacional Union Leather Technologists And Chemists Societies, 23, Friedrichshafen, Proceedings.
- Pontara, L. P. M. (2001). Produção de própolis e seu efeito na longevidade das operárias e desenvolvimento de colméias de *Apis mellifera* africanas. 111f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Prado, M., Franco, M. L. R. S., Bielawski, K., Souza, E. D., Gasparino, E., Silva, S. C. C., & Del Vesco, A. P. (2014). Características de Resistência dos Couros de *Pseudoplatystoma* sp. Submetidos a Alterações nas Etapas do Processo de Curtimento. *Revista Cient. Prod. Anim*, 16, 46-59.
- Sacco, D. (1988). Curtimento transforma pele de peixe em objetos da moda. *Unesp Rural*, 12, 24-26.
- Souza, M. L. R. & Leme Dos Santos, H. S. (1995). Análise microscópica comparada da pele da tilápia (*Oreochromis niloticus*), da carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*). In: Semana Sobre Histologia De Peixes, 2., Jaboticabal. Resumos e Palestras... Jaboticabal: FUNEP.
- Souza, M. L. R., Dourado, D. M., Machado, S. D., Jardim, M. I. A., Matias, R., Silva, M. V. & Ferreira, I. C. (2002a). Avaliação histológica, morfométrica da pele de piraputanga e testes de resistência do couro. *Revista do Couro*, 154, 52-57.
- Souza, M. L. R., Casaca, J. M., Ferreira, I. C., Ganeco, L. N., Nakagki, L. S., Faria, R. H. S., Macedo-Viegas, E. M. & Rielh, A. (2002b). Histologia da pele e determinação da resistência do couro da tilápia do Nilo e carpa espelho. *Revista do Couro*, 159, 32-40.
- Souza, M. L. R., Casaca, J. M., Ferreira, I. C., Ganeco, L. N., Nakagki, L. S., Faria, R. H. S. & Schidt, J. T. A. (2003). Comparação da resistência do couro de carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) curtido ao cromo e bioleather. *Tecnicouro*, 187, 52-58.
- Souza, M. L. R., Prado, M., Fernandes, V. R. T., Lara, J. A. F., Bielawski, K., Gasparino, E. & Del Vesco, A. P. (2014). Pele de Surubim: morfologia e resistência do couro com adição de óleo no engraxe. *Acta Tecnológica*, 9, 1-8.
- Souza, M. L. R., Macedo Viegas, E M, Kronka, S. N., Gasparino, E., Pontara, Lucimar, M., & Del Vesco, A. P. (2015). Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. *Acta Tecnológica*, 10, 24-31.
- Souza, M. L. R., Gasparino, E., Penha, B. G., Coradini, M. F., Goes, E. S. R. & Goncalves, A. A. (2017). Physicochemical and mechanical characteristics of cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) leather submitted to different tanning agents in the retanning step. *International Journal Of Latest Research In Science And Technology*, 6, 8-13.
- Uzeika, R. (1999). *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.
- Yoshida, G. M., Kunita, N. M., Souza, M. L. R., & Gasparino, E. (2016). Análises mecânicas e físico-químicas de couros de tilápia, cachara e salmão. *Archivos de zootecnia*, 65, 349-355.