

## Resistência do couro de tilápia e composição centesimal da pele nas operações de ribeira e curtimento

CLEONICE CRISTINA HILBIG<sup>1\*</sup>; DOUGLAS HENRIQUE FOCKINK<sup>2</sup>; MÁRCIA LUZIA FERRAREZI MALUF<sup>3</sup>; WILSON ROGÉRIO BOSCOLO<sup>4</sup>; ALDI FEIDEN<sup>5</sup>

<sup>1\*</sup>Engenheira de Pesca, Unioeste, Toledo/PR. E-mail: [cleonicehilbig@yahoo.com.br](mailto:cleonicehilbig@yahoo.com.br). \*Autor para correspondência

<sup>2</sup>Químico, Unioeste, Toledo/PR. E-mail: [douglasfockink@hotmail.com](mailto:douglasfockink@hotmail.com)

<sup>3</sup>Farmacêutica Bioquímica, Unioeste, Toledo/PR. E-mail: [mlfmaluf@yahoo.com.br](mailto:mlfmaluf@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Professor Adjunto da Unioeste, Toledo/PR. E-mail: [wilsonboscolo@hotmail.com](mailto:wilsonboscolo@hotmail.com)

<sup>5</sup>Professor Adjunto da Unioeste, Toledo/PR. E-mail: [aldifeiden@gmail.com.br](mailto:aldifeiden@gmail.com.br)

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a resistência físico-mecânica de peles de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) após o curtimento com tanino vegetal, bem como acompanhar a influência dos produtos químicos nas peles, por meio da análise de composição centesimal, oriundas da operação de ribeira e curtimento. Para avaliar a resistência dos couros, foram retirados corpos de prova nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao comprimento do corpo do peixe para os testes de tração, alongamento e rasgamento progressivo. Durante as etapas do processamento (remolho, caleiro, desencalagem, purga, desengraxe, píquiel e curtimento), amostras foram coletadas e analisadas quanto à umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral. Para os testes de tração e alongamento, os parâmetros que apresentaram diferença significativa foram: espessura ( $0,99 \pm 0,16$  mm e  $0,88 \pm 0,12$  mm), força ( $112,47 \pm 26,72$  N e  $194,70 \pm 42,92$  N), tração ( $10,87 \pm 2,16$  N/mm<sup>2</sup> e  $20,94 \pm 3,58$  N/mm<sup>2</sup>) e alongamento ( $94,46 \pm 12,09\%$  e  $75,23 \pm 8,39\%$ ), para o sentido longitudinal e transversal, respectivamente. Assim, o sentido transversal apresenta maior resistência, enquanto o longitudinal, maior elasticidade. Em relação ao teste de rasgamento progressivo, não houve diferenças significativas. Na análise centesimal, os resultados revelam que para todas as variáveis analisadas houve diferença significativa, indicando a finalidade de cada operação.

**Palavras-chave:** peles de peixe; tanino vegetal; testes físico-mecânicos.

### ABSTRACT

#### Resistance of Nile tilapia leather and proximate composition of the skin in the beamhouse and tanning operations

The study aimed to evaluate the physical and mechanical resistance of skin of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after tanning with vegetable tannin, as well as to investigate the influence of chemicals on the fish skin through proximate composition analysis of the skins coming from the beamhouse and tanning operations. In order to evaluate the resistance of the skins, transverse and longitudinal samples were removed from the length of the fish body for the tensile strength, elongation and gradual tearing tests. During the processing steps (soaking, liming, deliming, bating, degreasing, pickling and tanning), samples were removed and analyzed for moisture, crude protein, ether extract and ash. For the tensile strength and elongation tests, the following parameters were significantly different, for the longitudinal and transverse direction, respectively: thickness ( $0.99 \pm 0.16$  mm and  $0.88 \pm 0.12$  mm), strength ( $112.47 \pm 26.72$  N and  $194.70 \pm 42.92$  N), tension ( $10.87 \pm 2.16$  N/mm<sup>2</sup> and  $20.94 \pm 3.58$  N/mm<sup>2</sup>) and

elongation ( $94.46 \pm 12.09\%$  and  $75.23 \pm 8.39\%$ ). The transverse direction presents higher resistance, while the longitudinal direction presents greater elasticity. Regarding the gradual tearing test, no significant differences were found. In the proximate composition analysis, the results showed that all variables analyzed presented significant differences, indicating the goal of each operation.

**Keywords:** fish skin; vegetable tannin; physical-mechanical tests.

## INTRODUÇÃO

O crescimento da aquicultura teve forte contribuição da produção de tilápias, devido a sua adaptabilidade ao clima tropical do país. Em 2010, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) representou 39,42% da produção total de pescados em aquicultura de água doce no Brasil, aproximadamente 155 mil toneladas (MPA, 2012).

Como seu principal produto comercializado é o filé, os resíduos gerados da industrialização da tilápia (cabeça, escamas, vísceras, espinhas, nadadeiras e pele) representam cerca de 65% (BOSCOLO et al., 2007). Dentre esses resíduos, as peles representam de 4,5 a 14% do peso total do peixe e teriam como opção serem aproveitadas para a indústria coureira (SOUZA & SILVA, 2005). A composição das peles varia com a espécie de peixe. Todavia, todas são compostas por proteínas, lipídios, glicídios, sais minerais e água (FRANCO, 2007). Entre as proteínas da pele, o colágeno se encontra em maior proporção (CONTRERAS, 1994).

No processo de curtimento, a natureza fibrosa da pele é mantida, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do tecido interfibrilar e pela ação de produtos químicos. Após a separação das fibras e a remoção do material interfibrilar, as peles são tratadas com substâncias denominadas curtentes, que as transformam em couros preservados dos processos autolíticos ou ataque microbiano (HOINACKI, 1989; SOUZA, 2004). Portanto, a estabilidade do couro pode ser atribuída ao forte entrelaçamento das fibras de colágeno da pele com o agente curtente (REICH, 2005). Dentre os agentes curtentes mais utilizados atualmente, destacam-se os sais de cromo, porém devido ao aumento da conscientização sobre o ambiente e a saúde, estes vêm perdendo seu lugar para os taninos vegetais, sendo utilizados cerca de 350.000 a 400.000 toneladas para processamento de couro em todo o mundo (KANTH et al., 2009).

A pele é um subproduto que pode ter elevado valor econômico com o processo de curtimento (SOUZA, 2004). Embora haja poucas informações a respeito de sua comercialização ao longo da história (GREY et al., 2006), os couros de peixe são atrativos a vários séculos (INGRAM & DIXON, 1994). Ainda, segundo estes últimos autores denominam-se um couro exótico e inovador, com aceitação em vários segmentos da confecção.

Os produtos que podem ser produzidos são bijuterias, cintos, sapatos, bolsas, bem como artigos de artesanato em geral (FRANCO, 2007; MALUF et al., 2010). Contudo, para a produção de alguns dos artigos citados, a resistência das peles curtidas, é um dos parâmetros de qualidade indispensável.

A resistência é influenciada por fatores como a espécie do peixe, idade ou peso, método de conservação das peles e pelo processo de curtimento. A posição do couro, ou seja, o sentido do corte, se longitudinal ou transversal em relação ao comprimento do corpo do peixe, também é um fator determinante que influencia a resistência (SOUZA et al., 2006).

Outro aspecto importante envolvido com a qualidade do couro é quanto a composição das peles, diretamente relacionada com determinados procedimentos nas etapas do curtimento (FRANCO, 2007). Ainda, este autor, ressalta a importância do conhecimento dos teores de lipídios presentes, devido a necessidade de realizar um desengraxe eficiente dessas peles, para se obter melhor curtimento.

Para tornar mais clara a relação entre as características químicas e as operações comumente empregadas no processamento das peles, Aquim et al. (2005) e Priebe (2005)

quantificaram os produtos químicos nas peles de bovinos e nos banhos residuais, durante as etapas de ribeira e curtimento com sais de cromo. Assim, verificaram a ação e eficiência dos agentes envolvidos no processo.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência físico-mecânica de couros nos sentidos longitudinal e transversal em relação ao comprimento do peixe, sendo os mesmos processados com produtos menos poluentes ao ambiente. Como também, acompanhar a influência dos produtos químicos nas peles através dos parâmetros da composição centesimal no decorrer das operações de ribeira e curtimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O curtimento das peles foi realizado no laboratório de processamento de peles localizado no GEMAq – Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, *campus* de Toledo.

Foram utilizados cinco quilos de peles *in natura* de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) abatidos com peso de aproximadamente 500 g, provenientes do frigorífico Frigopisces de Toledo/PR.

Para a realização do processo de curtimento, as peles foram lavadas em água corrente para a retirada de impurezas aderidas e então submetidas a uma série de etapas de acordo com Hoinacki (1989) e Souza (2004): remolho, caleiro, desencalagem, purga, desengraxe, píquel, curtimento, neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe, secagem e amaciamento. Porém na etapa de caleiro trocou-se o sulfeto de sódio por carbonato de sódio, no desengraxe substituiu-se o querosene pelo desengraxante nonilfenol etoxilado e no curtimento utilizou-se o 10% de tanino vegetal no lugar dos sais de cromo (MALUF et al., 2010) (Tabela 1).

**TABELA 1.** Etapas do processo de curtimento com respectivos reagentes e tempo de exposição.

Etapa	Água	Reagentes	Tempo (min.)
Remolho	200%	2% tensoativo aniônico	60
Caleiro	200%	2% carbonato de sódio	120
		3% óxido de cálcio 1% tensoativo aniônico	
Desencalagem	100%	0,5% dekalon*	30
Purga	100%	0,5% enzima proteolítica	90
		0,5% dekalon	
Desengraxe	100%	2% tensoativo aniônico 1% desengraxante não-iônico**	60
Píquel	100%	6% sal	30
		1,5% ácido fórmico	
Curtimento	100%	10% tanino vegetal	120 ***
Neutralização	100%	0,5% bicarbonato de sódio	60
Recurtimento	100%	1% tanino sintético	30
		2% tanino vegetal	
Tingimento	100%	2% corante	60
		1% ácido fórmico	
Engraxe	100%	4% óleo sulfatado ****	60
		4% óleo sulfatado ****	
		1% ácido fórmico	

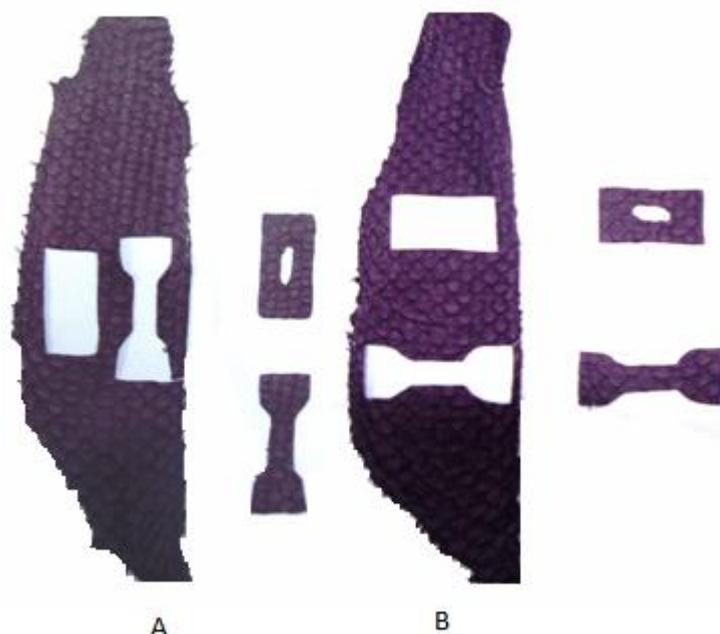
\* Mistura de sais inorgânicos e ácidos orgânicos;

\*\* Tensoativo à base de nonilfenol etoxilado;

\*\*\* Repouso de 12 horas (peles sobrepostas);

\*\*\*\* Combinação de óleos animais e sintéticos.

Para avaliar a resistência do couro foram retirados treze corpos de prova para os testes de tração e alongamento; e rasgamento progressivo. A unidade experimental foi o couro. O corpo de prova foi retirado com auxílio de um balancim no sentido longitudinal e transversal em relação ao comprimento da tilápia (Figura 1). Foram determinados os cálculos de força (N), resistência à tração (N/mm<sup>2</sup>) e alongamento até a ruptura (%) (ABNT-NBR 11041, 1997); força máxima (N) e força de rasgamento progressivo (N/mm) (ABNT-NBR 11055, 1997); e espessura (mm) (ABNT-NBR 11052, 1997). Os testes foram realizados no laboratório de controle de qualidade da BOMBONATTO – Indústria e Comércio de Couros Ltda de Toledo, com auxílio de um espessímetro e um dinamômetro.



**FIGURA 1** - Retirada dos corpos de prova no sentido longitudinal (A) e transversal (B) ao comprimento do corpo do peixe.

Para a realização da análise centesimal foram reservados 200 g da pele *in natura*, e no decorrer das operações de ribeira e curtimento foram retirados 200 g de pele de cada etapa (remolho, caleiro, desencalagem, purga, desengraxe, píquel e curtimento), sendo as mesmas congeladas, para posterior análise. Em seguida as amostras foram analisadas em triplicata segundo a AOAC (2005) para os parâmetros de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral.

Os resultados dos testes físico-mecânicos e da análise centesimal foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade e os dados foram analisados por meio do programa estatístico Statistica 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa nos resultados de espessura, força, tração e alongamento do couro de tilápia de acordo com o sentido de retirada dos corpos de prova (Tabela 2).

O sentido longitudinal do corte apresenta maior espessura do que o sentido transversal. Porém, em ambos os sentidos os valores encontrados são superiores, aos obtidos por Godoy et al. (2010). Estes autores obtiveram valor médio de 0,61 mm (longitudinal) a 0,75 mm (transversal) de espessura, para peles de tilápia vermelha (*Oreochromis spp.*), curtidas com sais de cromo. Portanto, a espessura pode ser influenciada pelo agente curtente, fato já observado por Souza &

Silva (2005) onde em estudos de curtimento de pele de peixes com taninos vegetais observaram que os mesmos proporcionam maior espessura ao couro.

**TABELA 2.** Resultados dos testes de resistência a tração e alongamento da pele de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) no sentido longitudinal e transversal.

Parâmetros	Sentido	
	Longitudinal	Transversal
Espessura (mm)	0,99 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,88 ± 0,12 <sup>b</sup>
Força (N)	112,47 ± 26,72 <sup>b</sup>	194,70 ± 42,92 <sup>a</sup>
Tração (N/mm <sup>2</sup> )	10,87 ± 2,16 <sup>b</sup>	20,94 ± 3,58 <sup>a</sup>
Alongamento (%)	94,46 ± 12,09 <sup>a</sup>	75,23 ± 8,39 <sup>b</sup>

Médias na mesma linha com a mesma letra não diferem significativamente (p>0,05).

No sentido transversal ao comprimento do corpo, a tração e a força necessária para ocorrer à ruptura foi maior quando comparada ao sentido longitudinal. Souza et al. (2003), obtiveram o mesmo resultado, para peles de pacu (*P. mesopotamicus*) curtidas com sais de cromo, sendo os valores 13,81 N/mm<sup>2</sup> e 30,30 N, respectivamente. Valor inferior de força foram revelados em estudo realizado por Vieira et al. (2008), estes autores verificaram a carga de força de 70,20 N, necessária para que houvesse a ruptura, com peles curtidas com 10% de tanino vegetal no sentido longitudinal, entretanto, a tração foi semelhante (10,45 ± 3,62 N/mm<sup>2</sup>).

De acordo com Hoinacki (1989), os valores de referência da tração de couros de bovinos destinados para a fabricação de vestuário curtida ao cromo, baseados nos níveis aceitáveis de qualidade na indústria de couro da UNIDO (Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, 1976), são de no mínimo, 9,80 N/mm<sup>2</sup>, o que demonstra superioridade para os valores obtidos tanto no sentido longitudinal (10,87 ± 2,16 N/mm<sup>2</sup>) quanto para o sentido transversal (20,94 ± 3,58 N/mm<sup>2</sup>). Por outro lado, BASF (2004) ressalta que a resistência a tração deve ser de no mínimo 25 N/mm<sup>2</sup>, sendo, portanto abaixo do estabelecido por este autor.

Maior elasticidade (alongamento) foi encontrada para couros analisados no sentido longitudinal ao corpo do peixe, do que no sentido transversal (altura do peixe). De acordo com BASF (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, assim os valores encontrados para as peles curtidas com tanino vegetal, em ambos os sentidos de corte, estão acima do exigido. Brito et al. 2003 encontraram valores crescentes de elasticidade com o aumento da porcentagem de cromo utilizado, onde, 3%, 4,5% e 6% de cromo, representaram, 63,3%, 68,0% e 83,3% de elasticidade. Ainda, de acordo com os autores, os dois primeiros resultados de elasticidade encontram-se dentro dos padrões exigidos para confecção de calçados, situados entre 40% a 80%.

Diferente dos resultados de resistência à tração e alongamento, os resultados dos testes de resistência ao rasgamento progressivo (espessura, força e rasgo) não apresentaram diferenças significativas no sentido de retirada do corpo de prova (Tabela 3).

**TABELA 3.** Resultados dos testes de resistência ao rasgamento progressivo da pele de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) no sentido longitudinal e transversal.

Parâmetros *	Sentido	
	Longitudinal	Transversal
Espessura (mm)	0,95 ± 0,15	0,96 ± 0,10
Força (N)	51,63 ± 12,72	55,90 ± 13,94
Rasgo (N/mm)	54,13 ± 10,05	58,62 ± 15,45

\*(P>0,05)

Os resultados de resistência ao rasgo encontrados por Godoy et al. (2010), também não foram significativos quanto ao sentido do corte sendo 18,6 N/mm e 21,9 N/mm para os sentidos longitudinal e transversal, respectivamente. Contudo, os valores encontrados por esses autores são inferiores aos observados no atual trabalho.

Ainda, os valores de resistência ao rasgo analisados no presente estudo encontram-se acima dos recomendados por BASF (2004) de 35 N/mm e Hoinacki (1898) de 14,72 N/mm.

Os testes de resistência dos couros de tilápia analisados encontram-se dentro dos valores determinados por Hoinacki (1989), quanto à tração, porém inferiores ao de BASF (2004). Ainda este último autor, estabelece valores de alongamento de no máximo 60%, assim, os resultados apresentam elasticidade maior do que a permitida. Todavia, o rasgamento progressivo revelou-se superior aos determinados na literatura.

A composição centesimal das peles de peixe *in natura* pode variar de acordo com a espécie, classe de peso, entre outros fatores (FRANCO, 2007). Para as peles processadas, os teores de umidade foram maiores na etapa do caleiro, onde conseqüentemente houve diminuição da proteína bruta. À medida que as peles passavam pelas etapas do processamento, eram removidas as graxas naturais, mostradas pela diminuição do extrato etéreo. Enquanto que a quantidade de matéria mineral foi aumentando, alcançando seu maior valor na etapa de curtimento devido a adição de tanino (Tabela 4).

**TABELA 4.** Composição centesimal das peles de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) nas operações de ribeira e curtimento.

Tratamento	Umidade (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)	Matéria Mineral (%)
<i>In natura</i>	73,08 ± 0,65 <sup>dc</sup>	24,31 ± 0,82 <sup>b</sup>	4,38 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,61 ± 0,01 <sup>cd</sup>
Remolho	74,73 ± 0,77 <sup>cd</sup>	24,28 ± 0,90 <sup>b</sup>	2,63 ± 0,13 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>d</sup>
Caleiro	88,07 ± 0,74 <sup>a</sup>	11,03 ± 0,84 <sup>c</sup>	0,98 ± 0,06 <sup>e</sup>	0,54 ± 0,05 <sup>d</sup>
Desencalagem	76,83 ± 0,91 <sup>b</sup>	22,67 ± 0,85 <sup>bc</sup>	1,58 ± 0,05 <sup>c</sup>	0,74 ± 0,04 <sup>c</sup>
Purga	77,44 ± 0,74 <sup>b</sup>	21,73 ± 0,65 <sup>c</sup>	1,56 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,52 ± 0,02 <sup>d</sup>
Desengrase	76,31 ± 0,63 <sup>bc</sup>	23,66 ± 0,29 <sup>bc</sup>	1,06 ± 0,11 <sup>e</sup>	0,71 ± 0,04 <sup>c</sup>
Píquel	71,24 ± 0,38 <sup>e</sup>	27,48 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,27 <sup>c</sup>	2,11 ± 0,03 <sup>b</sup>
Curtimento	73,50 ± 0,48 <sup>d</sup>	17,28 ± 1,00 <sup>d</sup>	1,39 ± 0,19 <sup>cd</sup>	2,60 ± 0,15 <sup>a</sup>

Valores médios na mesma coluna com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p>0,05).

Os valores da composição da pele de tilápia do Nilo *in natura* segundo Souza (2004) é 69% de umidade, 27,4% de proteína bruta, 2,43% de extrato etéreo, e 1,91% de matéria mineral. No presente estudo, foram encontrados valores superiores para umidade (73,08 ± 0,65%) e extrato etéreo (4,38 ± 0,02%); e inferiores para proteína bruta (24,31 ± 0,82%) e matéria mineral (0,61 ± 0,01%). Essa diferença se deve provavelmente ao diferente manejo alimentar adotado, origem das peles e o peso médio dos animais abatidos.

As variações de teores de água na pele ao longo das etapas do processamento são demonstradas pela diferença na umidade. O maior valor é encontrado no caleiro (88,07 ± 0,74%), uma vez que a solução é hipotônica em relação ao tecido, o que resulta em um movimento da água através da membrana celular em resposta à diferença de pressão osmótica entre o interior da célula e a solução extracelular (RANDALL et al., 2000). Enquanto, que o menor valor de umidade é observado no píquel (71,24 ± 0,38%), em razão da desidratação e acidificação das peles, ocorrendo assim, a preparação das peles para o tratamento com agentes curtentes. Nesta etapa, a acidificação das peles pode originar o inchamento do colágeno, através da assimilação de água, e conseqüente intumescimento. A inibição do inchamento ácido é obtida por meio de uma solução de cloreto de sódio de concentração próxima a 6% (CPTS, 2002).

Os valores de proteína bruta variaram entre as diferentes etapas do processamento, sendo o menor valor encontrado na etapa de caleiro ( $11,03 \pm 0,84\%$ ), pois além do inchamento do tecido, há ação do óxido de cálcio (CaO) sobre a hipoderme e sobre as proteínas não estruturais. Estas proteínas são solúveis em soluções salinas e se não forem retiradas, a estrutura da pele permanece unida, produzindo um couro mais duro (PRIEBE, 2005). As proteínas indesejáveis, assim como as substâncias não colagenosas, quando removidas nas primeiras etapas, conferem maciez ao couro (COVINGTON, 1997). Nota-se que houve grande variação entre os tratamentos, mas ao final, na etapa de curtimento, tem-se um valor reduzido de proteína de  $17,28 \pm 1,00\%$ .

A análise de extrato etéreo revelou que as peles *in natura* obtiveram o maior valor, sendo estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) das demais etapas. Entretanto as menores quantidades de extrato etéreo ( $0,98 \pm 0,06\%$  e  $1,06 \pm 0,11\%$ ) foram verificadas para as peles provenientes da etapa do caleiro e desengraxe, respectivamente. Essa queda no teor de gorduras deve-se à ação do CaO sobre as graxas naturais e pela própria ação esperada do desengraxante utilizado.

Observa-se também que há grande diferença entre porcentagem de extrato etéreo no curtimento ( $1,39 \pm 0,19\%$ ) e nas peles *in natura* ( $4,38 \pm 0,02\%$ ). Confirmando assim, a eficácia do processo de curtimento utilizado, pois conforme Ben (2005), os lipídeos devem ser removidos nas etapas iniciais do processamento, uma vez que os mesmos dificultam a penetração e reação dos produtos químicos com as fibras colágenas, interferindo no processo de curtimento, e consequentemente, na resistência e qualidade do produto final.

Os lipídios na pele em proporção superior a 4% são prejudiciais às operações de curtimento. Caso a etapa de desengraxe não seja eficiente, é verificado o aparecimento de manchas de gordura na superfície do couro após tingimento e secagem (FRANCO, 2007).

As porcentagens de matéria mineral foram menores para a operação de ribeira (etapas de remolho, caleiro, desencalagem, purga e desengraxe) quando comparadas com a operação de curtimento (etapas de piquel e curtimento). O menor valor observado ( $0,45 \pm 0,02\%$ ) foi para a etapa de remolho, enquanto que as maiores quantidades de matéria mineral ( $2,11 \pm 0,03\%$  e  $2,60 \pm 0,15\%$ ) foram observadas para as etapas de piquel e curtimento, respectivamente. Esse aumento na matéria mineral nas duas últimas etapas se deve a adição de cloreto de sódio ao banho e também é decorrente da incorporação do tanino a estrutura (PRIEBE, 2005).

## CONCLUSÃO

Os couros de tilápia apresentaram maior resistência no sentido transversal e maior elasticidade no sentido longitudinal, enquanto que o sentido do couro não influenciou o rasgamento progressivo. A análise centesimal permitiu acompanhar a ação e eficiência dos produtos químicos utilizados quanto aos objetivos de cada etapa de ribeira e curtimento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI) pelo apoio a pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – couro - determinação da força de rasgamento progressivo, NBR 11055, Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - determinação da espessura, NBR 11052, Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - couro – determinação da resistência à tração e alongamento, NBR 11041, Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18. ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.

AQUIM, P.M.; GUTTERRES, M.; PRIEBE, O.; OSÓRIO, T.; HAEUSSLING, L.; FERREIRA, I. Modificação da composição da pele durante as etapas de ribeira e curtimento. **Revista do couro**, Estância Velha, v.176, p.80-85, 2005.

BASF, Vademécum do curtidor: Para el técnico em curtición. **Revista Y ampliada**, Ludwigshafen, v.4, p.109-128, 2004.

BEN, G.C. **Análise dos índices de aproveitamento peso e volume no transporte marítimo internacional de derivados do couro de peixes destinados para vendas na União Européia**. 2005, 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BOSCOLO, W.R.B.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A; Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias. In: BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. (Orgs.) **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica e editora, 2007. p.135-150.

BRITO, A.L.F; MUNIZ, A.C.S; PRASAD, S. Curtimento Mineral de Peles de peixes Tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus*). **Revista Interação**. Campina Grande, n.2, p.45-54, 2003.

CONTRERAS, E.S.G. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.153.

COVINGTON, A.D. Modern tanning chemistry. **Chemical Society Reviews**, Cambridge, v.26, p.111-126, 1997.

CPTS. **Guía Técnica de Producción más Limpia para Curtiembres**. Programa de Cooperación Danesa al Sector de Medio Ambiente, Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles Cámara Nacional de Industrias, Bolívia, 2002.

FRANCO, M.L.R.S. Curtimento de pele de tilápia. In: BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. (Orgs.) **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica e editora, 2007. p.185-223.

GODOY, L.C.; GASPARINO, E.; FRANCO, M.L.R.; FRANCO, N.P.; DOURADO, D.M. Testes físico-mecânicos e físico-químicos do couro da tilápia vermelha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Maringá, v.62, n.2, p.475-480, 2010.

GREY, M.; BLAIS, A.M.; HUNT, B.; VICENT, A.C.J. The USA's international trade in fish leather, from a conservation Perspective. **Environmental Conservation**, Cambridge, v.33, n.2, p.100-108, 2006.

HOINACKI, E. **Peles e Couros: Origens, Defeitos e Industrialização**. 2. ed. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Departamento Regional do Rio Grande do Sul, 1989. 319p.

INGRAM, P.; DIXON, G. Fishskin leather: an innovative product. **Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists**, v.79, p.103-106, 1994.

KANTH, S.V.; VENBA, R.; MADHAN, B.; CHANDRABABU, S.S. Cleaner tanning practices for tannery pollution abatement: Role of enzymes in eco-friendly vegetable tanning. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.507-515, 2009.

MALUF, M.L.F.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; FOCKINK, D.H.; DALLAGNOL, J.; HIGUCHI, L.H.; HILBIG, C.C. **Curtimento ecológico de peles de peixe**. Toledo: Gráfica e editora Jofel, 2010, 42 p.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil** 2010, 2012, 129 p.

PRIEBE, G.P.S. **Análise da composição da pele/couro em função das etapas do seu processamento em curtumes**. 2005. 60 f. Monografia (Trabalho de conclusão em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia Animal: Mecanismos e Adaptações**, Guanabara Koogan, 2000. 729 p.

REICH, G., Leather, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley-VCH, Weinheim, D, 2005.

SOUZA, M.L.R.; GANECO, L.N.; NAKAGHI, L.S.O.; FARIA, R.H.S.; WAGNER; P.M.; POVH, J.A.; FERREIRA, I.C. Histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1 p.37-44, 2003.

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

SOUZA, M.L.R.; SILVA, O.L. Efeito de técnicas de recurtimento sobre a resistência feito do couro da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.27, n.4, p.535-540, 2005.

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

VIEIRA, A.M.; KACHBA, Y.R.; FRANCO, M.L.R.S.; OLIVEIRA, K.F.; GODOY, L.C.; GASPARINO, E. Curtimento de peles de peixe com taninos vegetal e sintético. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.30, n.3, p.359-363, 2008.