

QUALIDADE DA PELE DO SALMÃO, *Salmo solaris*: TESTE DE RESISTÊNCIA E HIDROXIPROLINA

Quality of the skin of salmon, *Salmo solaris*: resistance test and hydroxyproline

Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco¹, Cláudia Mari Uchimura², Marcellie Prado³,
Edson Minoru Yajima⁴, Eliane Gasparino¹, Stefania Caroline Claudino da Silva³

RESUMO

Este trabalho avaliou o teor de hidroxiprolina e a resistência através dos testes físico-mecânicos das peles do salmão, Salmo solaris, submetidas ao curtimento com sais de cromo. Após curtimento das peles foram retirados os corpos de prova nos sentidos longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do peixe. As amostras foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com dois tratamentos (T1= corpo de prova no sentido longitudinal; T2= corpo de prova no sentido transversal). Para os testes de determinação da resistência à tração, alongamento e rasgamento progressivo, foi utilizado o dinamômetro EMIC, com velocidade de afastamento entre as cargas de 100±10mm/min, em ambiente climatizado (23± 2°C e UR do ar de 50± 5%), por 48 horas. A espessura dos couros analisados variou de 0,56 a 0,78mm. Os couros no sentido longitudinal apresentaram maior espessura em relação ao transversal. O couro apresentou valores médios para resistência à tração de 10,90 N/mm², alongamento de 58,33% e rasgamento progressivo de 19,68 N/mm. A pele de salmão apresentou um teor de 1,23% de hidroxiprolina. Este couro deve ser utilizado apenas na confecção de artefatos em geral.

Palavras-chaves: salmão, couro de peixe, testes físico-mecânicos, fibras colágenas, teste de tração e alongamento, rasgamento progressivo.

ABSTRACT

This study evaluated the hydroxyproline content and resistance through physical-mechanical tests of salmon skins submitted to tanning with chromium salts. After the skin-tanning samples were removed in the longitudinal and transverse axes to the length of the fish's body. The samples were distributed in a completely randomized design with two treatments: T1 - samples in the longitudinal direction and T2 - samples in the transverse direction. For the tests of tensile resistance determination, elongation and progressive tearing, the EMIC dynamometer was used, with the speed of separation between loads of 100 ± 10mm/min in a climatized environment (23 ± 2°C and RH 50 ± 5 %) for 48 hours. The thickness of the leathers analyzed ranged from 0.56 to 0.78 mm. The longitudinal-axis leathers showed greater thickness than transverse-axis ones. The leather showed mean values for tensile resistance 10.90 N/mm², elongation of 58.33% and progressive tearing of 19.68 N/mm. The salmon skin showed a content of 1.23% hydroxyproline. This leather should be used only in the general product manufacturing.

Keywords: salmon, fish leather, physico-mechanical tests, collagen fibers, tensile and elongation tests, progressive tearing.

¹ Prof^ª. Dr^ª. do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, Zona 07 Maringá-Paraná. CEP- 87020-900. E-mail: mlrsouza@uem.br, egasparino@uem.br.

² Médica Veterinária. Colombo, 5790, Zona 07 Maringá-Paraná. CEP- 87020-900. E-mail: claudia_mari@yahoo.com.br

³ Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, Zona 07 Maringá-Paraná. CEP- 87020-900. E-mail: mdoprado@gamil.com, stefania_caroline@hotmail.com - Bolsista da CAPES.

⁴ Doutor em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, Zona 07 Maringá-Paraná. CEP- 87020-900. E-mail: edson_yajima@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A demanda pelo pescado vem aumentando nos últimos anos, impulsionada principalmente pelo crescimento da população e pela tendência mundial em busca de alimentos saudáveis e indicados para a saúde humana. O cultivo de algumas espécies de peixes têm tido grande destaque, devido ser economicamente explorável. Todavia, algumas espécies de peixes marinhos têm uma grande importância, principalmente, na culinária japonesa. Dentre essas espécies, o salmão da família *Salmonidae*, apreciado pela carne rosada e saborosa, devido ao pigmento astaxantina da dieta à base do camarão Krill. A maioria dos salmões consumido no mundo é criada em fazendas subaquáticas e a cor de sua pele vai do cinza ao bege claro. Para ficar com a mesma tonalidade da carne do salmão tradicional, esses peixes recebem uma ração com aditivos sintéticos.

Em determinados pratos oferecidos pela culinária, há necessidade da extração da pele do salmão, sendo assim, essa normalmente é descartada. No entanto, é uma pele considerada grande, pesando em torno de 80 a 150g por unidade, sendo que cada peixe apresenta duas faces, ou seja, duas unidades de pele. Esta pele pode ser submetida à técnica de curtimento e utilizada na confecção de artefatos, e em função da qualidade ser utilizados para a confecção vestuários ou calçados, além de sua beleza proporcionada pelas lamelas de proteção e inserção das escamas.

Para a transformação da pele em couro é mantida a natureza fibrosa, porém as fibras são previamente separadas pela remoção do material 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 (Souza, 2004b e Franco et al, 2007). Dentre os agentes curtentes utilizados para a transformação de peles em couros, encontram-se aqueles extraídos de plantas, considerados os taninos vegetais, os taninos sintéticos (sais minerais alternativos, compostos orgânicos reativos e de substituição parcial do cromo pela obtenção de *wet-white*) e o mineral, dentre os quais, o cromo (sais de cromo) é o mais empregado, por conferir maior maciez, lisura, flexibilidade, toque e resistência, resultando em um couro de excelente estabilidade e resistência (Sammarco & Simoncini, 1994).

Sendo o salmão um peixe de águas frias, a sua pele requer muito mais atenção no processo de curtimento. É uma pele extremamente delicada para o processamento, pois existem etapas no processo em que ocorre reação exotérmica, como exemplo na etapa de caleiro (água, sulfeto de sódio e cal) e no píquiel (água, sal e ácidos), tornando-a mais sensível a desnaturação. Além dessas duas etapas, a purga, outra etapa do processo de curtimento, que também deve ser cuidadosamente preparada, pois, é utilizada uma enzima proteolítica, que atua diretamente no tecido dérmico, caso o percentual dessa enzima esteja em excesso, ocorrerá à digestão da pele, proporcionando a desnaturação das fibras colágenas e perda da estrutura dérmica, ou apenas uma agressão a estrutura, promovendo apenas o enfraquecimento do couro.

A pele de salmão não apresenta a mesma estabilidade durante o processo de curtimento, quando comparada às peles de tilápia ou outras espécies de peles de peixes de águas tropicais, devido à quantidade de hidroxiprolina nela presente que, por esse motivo, é inferior à dos peixes tropicais.

A pele é composta por feixes de fibras colágenas e estas, por sua vez, são formadas pela combinação de aminoácidos. A pele apresenta elevado teor dos aminoácidos: prolina, hidroxiprolina e principalmente de glicina e baixo teor de aminoácidos aromáticos. O colágeno de diferentes espécies difere na sequência de aminoácidos, sendo que a maior parte contém ao redor de 35% de glicina, 12% de prolina e 9% de hidroxiprolina e outros distribuídos em 17 aminoácidos diferentes (Shreve & Brink Jr, 1980; Hoinacki, 1989). A hidroxiprolina raramente se encontra em proteínas distintas do colágeno.

A quantidade de hidroxiprolina no colágeno das peles de peixes difere entre as espécies, interferindo na temperatura de retração ou encolhimento da pele de forma a ocorrer a ruptura dos enlaces de hidrogênio da cadeia de colágeno de forma irreversível. Com isso, se dá a desnaturação protéica e, particularmente no colágeno, se verifica a gelatinização, que morfológicamente se manifesta por uma forte contração das fibras no sentido longitudinal tornando as fibras transparentes e elásticas (Pasos, 2002). Engel (1987) relata que o colágeno bovino sofre desnaturação a 40°C, enquanto que em peixes marinhos que vivem em águas frias é de 15-17°C. Nos peixes de águas quentes a temperatura de retração do colágeno é maior quando comparados aos peixes de águas frias, motivo por que é necessário maior controle de temperatura durante o processo

de ribeira (etapas iniciais do processo de curtimento) para as peles dos peixes de águas frias (Souza, 2004b).

O objetivo do trabalho foi avaliar o teor de hidroxiprolina e a resistência, através dos testes físico-mecânicos das peles do salmão, *Salmo salar*, submetidas ao curtimento com sais de cromo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Processamento de Peles de Peixes e demais Espécies de Pequeno e Médio Porte, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, localizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI). Foram utilizadas 40 peles de salmão com peso médio corporal de 5 kg. Depois de removidas, as peles dos filés foram descarnadas com auxílio de uma colher e submetidas a congelamento para conservá-las até o momento do processamento.

Para iniciar o processamento, as peles foram descongeladas em temperatura ambiente, pesadas para os cálculos dos produtos químicos utilizados nas etapas de remolho, caleiro (2% sulfeto de sódio e 2% cal), desencalagem, purga (0,3% de Rohapon NPB), desengraxe, piquel (3% de ácido fórmico), curtimento (6% de sais de cromo), neutralização, recurtimento (4% de sais de cromo), tingimento, engraxe (10% de óleo), secagem e amaciamento.

Após o curtimento das peles de salmão, foram retirados os corpos de prova para os testes de determinação de tração e alongamento (ABNT, 2005) e da força de rasgamento progressivo (ABNT, 2005a), para avaliar a resistência do couro. Os corpos de prova foram retirados com auxílio de um balancim, no sentido longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do peixe (Figura 1) e levados para um ambiente climatizado em torno de $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $50\pm 5\%$, por 48 horas (ABNT, 2006).

Foram determinadas as medidas de espessura (ABNT, 2005b) de cada amostra para os cálculos de determinação da resistência à tração e alongamento e determinação do rasgamento progressivo. Para os testes de resistência foi utilizado o dinamômetro da marca EMIC, com velocidade de afastamento entre as cargas de 100 ± 10 mm/min. Foi utilizada uma célula de carga de 200 kgf. A calibração foi realizada pela Emic-Dcame, laboratório de calibração credenciado pela Cgcre/Inmetro sob nº 197. O número do certificado de calibração da célula de carga do dinamômetro é 453/10 emitida em 22 de junho de 2010.

Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, com dois tratamentos: T1= com a retirada do

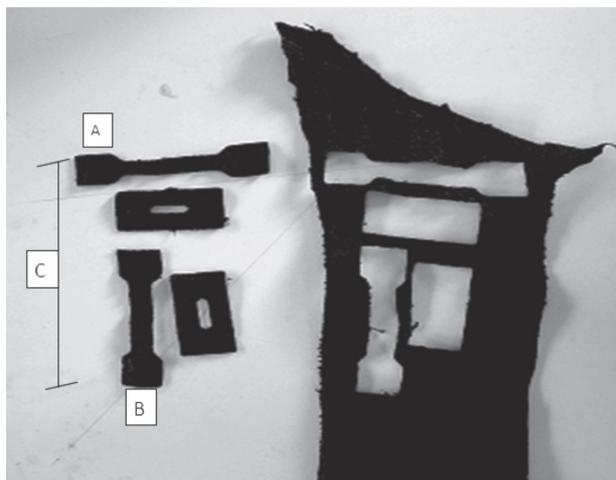


Figura 1 - Retirada dos corpos de prova do couro do salmão, *Salmo solaris*: A - corpo de prova para a tração e alongamento; B - corpo de prova para o rasgamento progressivo; C - sentido longitudinal ao comprimento do corpo do peixe.

corpo de prova longitudinal; T2= com a retirada do corpo de prova transversal, com 20 repetições. A unidade experimental foi o couro. Os sentidos de retirada dos corpos de prova (longitudinal e transversal) foram utilizados para avaliar a resistência da pele do salmão após o curtimento. Foi utilizado na análise dos dados o delineamento inteiramente casualizado com auxílio do software estatístico (SAEG, 2000) em um nível de significância de 5%.

A hidroxiprolina foi quantitativamente determinada através da hidrólise da amostra de gelatina com solução de ácido clorídrico com constante ebulição sob refluxo, sendo posteriormente filtrada e diluída. A hidroxiprolina foi oxidada com peróxido de hidrogênio e a coloração rósea que se desenvolve na solução após a adição de 4-dimetilaminobenzaldeído foi medida por espectrofotometria (ISO 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pele de salmão deve ser submetida a uma técnica de curtimento especial para possibilitar sua transformação em couro pois, caso contrário, ela se degrada durante o processo de curtimento, principalmente nas etapas de caleiro, purga e piquel. Vários ensaios foram realizados antes deste experimento para definir a metodologia em função dos resultados. Quando foram utilizadas metodologias aplicadas em peles de tilápia do Nilo (Souza, 2003), de pacu (Souza *et al.*, 2003a), de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*), pacu prata (*Mylossoma sp.*), piraputanga (*Brycon hilarii*) (Souza *et al.*, 2003b) e de carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) (Souza *et al.*,

2004a) não houve sucesso, pois as peles de salmão se desnaturavam ao longo do processo de curtimento.

Na Tabela I constam às determinações de resistência à tração, alongamento e rasgamento progressivo no sentido longitudinal e transversal da retirada dos corpos de prova, para avaliar a resistência do couro de salmão.

O couro teve espessura média de 0,67 mm e apresentou variações quando submetido a testes de rasgamento, tração e alongamento, expressas nos seguintes resultados: (a) a espessura nos sentidos longitudinal e transversal não apresentou diferença significativa para os corpos de prova quanto ao teste de rasgamento progressivo; (b) para o teste de tração e alongamento, os couros apresentaram maior espessura no sentido longitudinal (0,78 mm) do que no transversal (0,57 mm) - ver Tabela I. Pode-se inferir que ocorre uma diminuição da espessura do couro à medida que vai se distanciando das extremidades céfalo-caudais, sendo que o mesmo não ocorre no sentido da região dorsal para a região ventral do peixe.

Não houve diferença significativa para os testes de resistência analisados quanto ao efeito do sentido ou posição do couro, tendo-se registrado os valores médios de 10,90 N/mm² para resistência à tração, 58,33% de alongamento e de 58,33% e 19,68 N/mm para rasgamento progressivo (Tabela I).

De acordo com Souza *et al.* (2006a), o couro da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), curtido com 6% e recurtido com 4% sais de cromo, apresentou uma resistência a tração de 9,03 N/mm², alongamento 69,78% e rasgamento progressivo de 27,91 N/mm. Comparando esses valores com os obtidos para salmão, pode-se verificar que a resistência dos couros

de tilápia é superior ao couro de salmão, para as características de rasgamento progressivo e alongamento. No entanto, o valor médio da resistência a tração foi maior para o couro de salmão.

A resistência à tração do couro de salmão (10,90 N/mm²) obtido neste experimento foi menor comparado à de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (18,50 N/mm²), piraputanga, *Brycon hilarii* (16,88 N/mm²), pacu prata, *Mylossoma* sp. (11,83 N/mm²), pacu, *Piaractus mesopotamicus* (13,81 N/mm², no sentido transversal), carpa espelho, *Cyprinus carpio specularis* (12,32 N/mm²) e carpa prateada, *Hypophthalmichthys molitrix* (16,96 N/mm²). Todavia, para o rasgamento progressivo o couro de salmão (19,68 N/mm), carpa espelho (26,28 N/mm) e pacu prata (36,51 N/mm) são mais resistentes comparados aos resultados de outras espécies de peixes relatados na literatura (Souza *et al.*, 2003a/b, Souza, 2004b; Souza *et al.*, 2006b). Há uma variação na elasticidade dos couros quando comparadas essas espécies citadas, conforme relatadas na literatura, cujos valores variam de 33,83% (pacu prata) a 84,74% (carpa espelho).

Existem alguns fatores importantes que estão diretamente relacionados com a qualidade (resistência) do couro, tais como a própria espécie do peixe (relacionado com a arquitetura histológica da própria pele e com a disposição, orientação e composição das fibras colágenas, pois elas definem a resistência do couro), a idade e peso (espessura da pele, em função da quantidade de fibras colágenas sobrepostas), sentido da pele (transversal ou longitudinal ao comprimento do corpo do peixe), conservação e o processo ou técnica de curtimento aplicado (Souza 2004b). Portanto, são muitos os fatores que influenciam na qualidade de resistência de um couro e apenas uma etapa ou dependendo da etapa, principalmente o caleiro, purga e piquel, devido à maior agressão proporcionada a pele que está sendo processada, é o suficiente para reduzir e muito a resistência do couro de peixe.

As exigências provisórias de qualidade para couro de vestimenta, estabelecidas pela Comissão de especificação dos institutos de Couro, para camurça, nubuk napa anilina e couro napa acabado são respectivamente 15 N/mm e 20 N/mm para resistência ao rasgamento progressivo (BASF, 2004). Para a resistência à tração é de 12 N/

Tabela I - Médias dos valores de resistência dos couros de salmão, *Salmo salar*.

Resistência	Tração e Alongamento			
	Espessura (mm)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)	Força Máxima (N)
Longitudinal	0,78	10,42	60,44	14,44
Transversal	0,57	11,38	56,22	13,33
Média	0,67	10,90	58,33	13,88
Teste F	22,49**	0,29 ns	0,55 ns	0,13 ns
CV (%)	14,42	24,69	20,68	23,22
Resistência	Rasgamento Progressivo			
	Espessura (mm)	Rasgo (N/mm)	Força Máxima (N)	
Longitudinal	0,56	18,71	59,78	
Transversal	0,61	20,65	64,44	
Média	0,58	19,68	62,11	
Teste F	1,31 ns	0,74 ns	0,21 ns	
CV (%)	13,75	24,27	24,54	

Observação: ** = significante (p<0,01). ns = não significante (p>0,05).

mm², para os dois tipos de produtos mencionados. Comparando os resultados obtidos para os couros de salmão, a resistência à tração foi inferior (10,90 N/mm²) ao recomendado para confecção de vestuários. Portanto, o couro de salmão obtido pela técnica analisada somente poderá ser utilizada na aplicação de artefatos em geral, onde não é exigida uma elevada resistência da matéria prima a ser utilizada, pois ela é aplicada normalmente sobre outro fundo, exemplo o tecido (forro) do produto final.

O desenho da flor da pele é caracterizado pelas lamélulas de proteção e inserção das escamas (Figura 2), formando mosaicos inimitáveis na pele de peixes de escamas (Almeida 1998), resultando após o curtimento em um couro de aspecto típico e difícil de ser imitado, garantindo exclusiva padronagem de alto impacto visual (Adeodato 1995). Souza (2003) também relatou que o desenho é uma característica própria de cada espécie após o curtimento, constituindo uma definição de cada tipo de pele, em função da espécie.

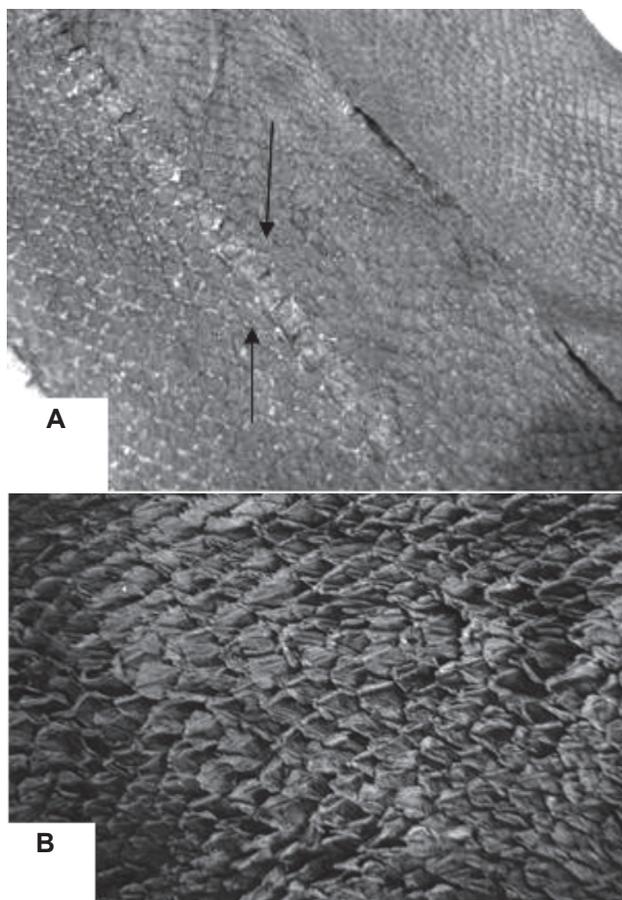


Figura 2 – A - couros de salmão, *Salmo salar*, mostrando a superfície com o desenho da flor e a posição da linha lateral do peixe (setas); B - desenho da flor do couro de salmão: superfície da pele com as lamélulas de proteção e inserção das escamas.

A pele de salmão apresentou um teor de 1,23% de hidroxiprolina, valor esse inferior aos obtidos nas peles de tilápia (2,39%), pacu (3,14%) e tambaqui (3,39%). Esses resultados foram obtidos na mesma ocasião da realização da análise de hidroxiprolina da pele de salmão.

As peles destas três espécies de peixes foram também curtidas e os valores de resistências à tração, dos couros de tilápia, pacu e tambaqui foram de 11,86 N/mm², 18,07 N/mm² e 29,49 N/mm², respectivamente. Para determinação do rasgamento progressivo os valores foram 40,18 N/mm para tilápia, 63,72 N/mm para pacu e 80,01 N/mm para tambaqui. Pode ser evidenciado que os maiores valores de resistência foram para o couro de tambaqui que por sua vez, também apresentou o maior percentual de hidroxiprolina. Por outro lado, os valores de resistência dos couros de salmão (tração 10,90 N/mm² e rasgamento 19,68 N/mm) obtidos neste experimento foram inferiores aos obtidos para tilápia, pacu e tambaqui, relatados anteriormente e da mesma forma o percentual de hidroxiprolina das peles dessas espécies de peixes foram superiores ao teor obtido na pele de salmão.

Pode-se inferir que o percentual de hidroxiprolina apresenta uma relação com a qualidade de resistência dos couros, podendo sua análise ser utilizada para avaliar a qualidade das peles a serem curtidas, pois a hidroxiprolina por ser um aminoácido presente somente no colágeno, proteína essa, que reage com os agentes curtidores para transformar a pele em couro, ou seja, num material impurescível.

A pele de salmão deve ser submetida a uma técnica de curtimento especial para possibilitar a transformação da pele em couro. O couro apresenta resistência a tração e alongamento inferior ao couro de muitas espécies de peixes, enquanto para o teste de rasgamento progressivo os resultados foram superiores a algumas espécies de peixes, tais como piavuçu, piraputanga, pacu e carpa prateada.

Com os resultados obtidos de resistência desse couro foi possível verificar que este deve ser utilizado apenas na confecção de artefatos em geral, havendo necessidade de avaliar a técnica aplicada (quanto a tempo e quantidade de produtos químicos utilizados) e mesmo a conservação ou tempo de retirada da pele até o momento da conservação. O percentual de hidroxiprolina da pele de salmão foi inferior aos obtidos para peles de outras espécies de peixes analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 11052: *Couro - determinação da espessura*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. NBR 11055: *Couro - determinação da força de rasgamento progressivo*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2005a.
- ABNT. NBR 10455: *Climatização de materiais usados na fabricação decalçados e correlatos*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2006.
- Adeodato, S. Peles exóticas e ecológicas. *Globo Ciência*, v.51, p.56-60, 1995.
- Almeida, R.R. A pele de peixe tem resistência e flexibilidade? *Revista do Couro*, Estância Velha, v.127, p.49-53, 1998.
- BASF. *Vademécum para el técnico em curtición. Ludwigshafen*, 3ª edição, 477 p., 2004.
- Engel, J. Folding and unfolding of collagen triple helices. *Adv. Meat Res.*, v.4, 1987.
- Franco, M.L.R.S. *Tecnología para procesamiento de pieles de pescados*. EDUEM, Coleção Fundamentum, 11, 61 p., Maringá, 2007.
- Hoinacki, E. *Peles e couros - origens, defeitos, e industrialização*. Henrique d'Ávila Bertaso, 2ª edição, 319 p., Porto Alegre, 1989.
- ISO. *Meat and meat products. Determination of L-hydroxyproline content*. ISO 3496, TC 34, 1994.
- Pasos, L.A.P. *Piel de pescado*. Disponível em <http://www.cueronet.com/exoticas/pescado.htm>. 15 de Fev. 2011.
- Sammarco, A. & Simoncini, A. Curtimentos alternativos orgânicos, uma contribuição para a ecologia através de processo e produtos. *Revista do Couro*, Estância Velha, p.73, 1994.
- Shrever, R.N. & Brink Jr. *Indústrias de processos químicos*. Guanabara Dois, 4ª edição, Rio de Janeiro. 1980.
- SAEG. *Sistemas de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0*. Universidade Federal de Viçosa, 142 p., 2000.
- 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*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 169 p., Jaboticabal, 2003.
- Souza, M.L.R. *Tecnologia para processamento das peles de peixe*. EDUEM, Coleção Fundamentum, 11, 59 p., Maringá. 2004b.
- Souza, M.L.R.; Casaca, J.M.; Silva, L.O.; Ganeco, L.N.; Nakaghi, L.S.O.; Faria, R.H.S.; Schmidt, J.T.A. & Franco, N.P. Resistência da pele de carpa espelho (*Cyprinus carpio specularis*) curtida pelas técnicas ao cromo e bioleather. *Acta Sci. Anim. Sci.* Maringá, v.26, n.4, p.421-427, 2004a.
- 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. *Rev Bras. Zootec.*, v.32, n.6, p.1551-1559, 2003b.
- 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 Sci. Anim. Sci.* Maringá, v.25, no.1, p.37-44, 2003a.
- 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 (*Hypophthalmichthys molitrix*) e testes de resistência do couro. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.4, p.1265-1272, 2006b.
- Souza, M.L.R.; Valdez, M.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, 2006a.