

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE *RIGOR MORTIS* E DA EVOLUÇÃO DO PH DA MUSCULATURA DE TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*) DURANTE ESTOCAGEM EM GELO SOB REFRIGERAÇÃO.

André Buzutti de Siqueira ✉

Universidade Federal de Roraima Departamento de Medicina Veterinária. Boa Vista, RR.

Heloisa Pinto de Godoy

Alessandra Cristina de Moraes

Luiz Francisco Prata

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal. Jaboticabal, SP.

✉ andre.siqueira@ufr.br

RESUMO

A avaliação do *rigor mortis* em peixes representa elevada importância para a cadeia produtiva, visto que a rápida instalação deste é um indicativo de estresse, tendo influência na qualidade do produto final. Considerando isso, este trabalho teve por objetivo avaliar o estabelecimento do pleno *rigor mortis* e o comportamento do pH de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), abatidas por secção da medula e estocadas em gelo sob refrigeração ($0^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) em dois períodos distintos (seca e chuva). As amostras foram coletadas em pesque-pagues situados no Estado de São Paulo, correspondendo a 60 amostras. Verificou-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$)

entre os períodos analisados para o estabelecimento do pleno *rigor mortis* e do pH da musculatura dorsal da espécie analisada. Apesar de sutis diferenças para as amostras dos diferentes períodos, tanto nos valores da angulação mensurada, quanto do pH, verificou-se que, em ambos os casos, o tempo de estabelecimento do pleno *rigor mortis* (100%) foi de aproximadamente cinco horas e, sem a definição do pH final do músculo nesse tempo. Para tanto, independente do período o tempo de instalação do *rigor mortis*, o abate pelo método de secção medular, foi considerado uma boa opção para o abate de tilápias, porém são necessários trabalhos complementares.

Palavras-chave: *Qualidade. Estresse. Glicôgeno. Pescado.*

ABSTRACT

The evaluation of rigor-mortis in fishes has high importance to the productive chain, once the fast installation of it is a stress indicative, influencing the quality of the final product. Therefore, this paper aims to evaluate the constitution of full rigor mortis and pH behavior of Nile tilapia (Oreochromis niloticus), slaughtered by medullar detachment and stored in ice under refrigeration ($0^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) in two distinct periods (dry and rainy). The samples were collected in fee-fishing ponds located in the State of São Paulo, corresponding to 60 samples. It was verified that there wasn't any significant difference ($p > 0.05$) between the analyzed periods for the constitution

of full rigor mortis and the dorsal musculature pH of the analyzed samples. Despite of the differences for the samples of the different periods were subtle in both the measured and the pH values, it was observed that in both cases the full rigor-mortis constitution time (100%) was approximately five hours, without defining the muscle final pH at that time. Therefore, regardless of the time of installation of rigor-mortis, the slaughter by the medullar detachment method was considered a good alternative for tilapia slaughtering, but complementary research is necessary.

Keywords: Quality. Stress. Glycogen. Fish.

INTRODUÇÃO

A qualidade dos produtos do pescado é dependente das condições ambientais, nutrição, manejo, forma de captura, abate, processos tecnológicos, assim como o armazenamento. O peixe quando morre sofre uma série de transformações que culminam no *rigor mortis*, que passa por três fases: o período de *pré-rigor*, que ocorre antes do estabelecimento do *rigor mortis* propriamente dito, é o período em que se inicia o enrijecimento muscular; o *rigor* pleno, período em que o *rigor mortis* está realmente estabelecido; e o *pós-rigor*, que é quando ocorre a resolução do *rigor mortis*, caracterizado pela perda da rigidez muscular. O tempo que durará o processo de *rigor mortis* vai depender de como o pescado foi capturado (VIÉGAS; SOUZA, 2004).

São vários os fatores que influenciam a duração do *rigor mortis*. Estes fatores vão desde o tamanho do peixe, nível de gordura no corpo ou mesmo a espécie. O método utilizado para abater o peixe pode acelerar ou atrasar o início do *rigor* (VIÉGAS;

SOUZA, 2004). Quanto mais o peixe sofreu e se debateu durante a captura, ou antes, de sua morte, maior será a depleção da reserva de glicogênio. A princípio, quanto mais usa o glicogênio, mais o pH se abaixa, constituindo-se em proteção para o peixe, pois em um pH baixo há o impedimento da multiplicação bacteriana. Entretanto, após a morte, a escassez de energia impede o abaixamento do pH e reduz a duração da fase de *rigor*.

No pescado ocorre rápida instalação do *rigor mortis*, que se caracteriza pela redução do pH da carne, resultante de reações bioquímicas que utilizam o glicogênio muscular como energia e produzem ácido láctico. Por esse motivo, a partir do término da fase de *rigor mortis*, as alterações microbiológicas se iniciam, sendo determinante para um prazo de validade comercial menor que em qualquer outra espécie animal (VELLOSO, 2004).

Considerando que o tempo de *rigor mortis* e o pH influenciam diretamente na qualidade do produto final e no seu prazo de validade comercial,

este trabalho teve como objetivo avaliar o tempo do estabelecimento do *rigor mortis* e o comportamento do pH da musculatura de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem em gelo sob refrigeração ($0^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) em tilápias abatidas por secção medular.

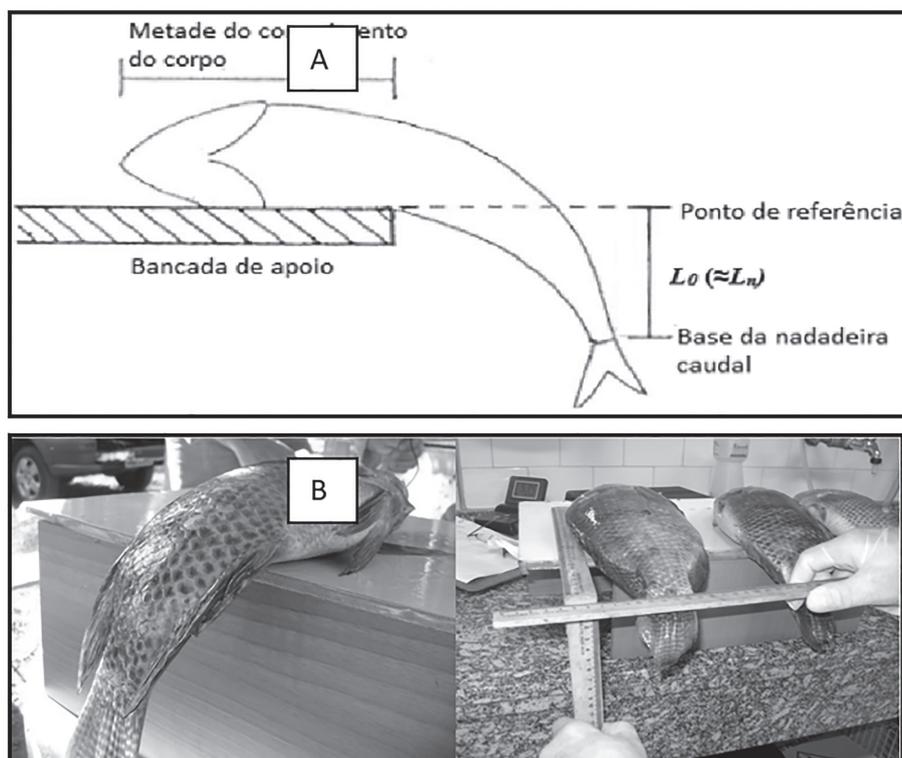
MATERIAL E MÉTODOS

O período das amostragens estendeu-se de 01 de julho a 30 de outubro de 2013, representando a estação seca (estiagem) e de 04 de janeiro a 30 de abril de 2014, caracterizando a estação chuvosa. Para a pesquisa foram utilizados peixes da espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), provenientes de cinco pesque-pagues, do Estado de São Paulo, localizados nos municípios de Jaboticabal, Itápolis, Taquaritinga, Cedral e Taiaçu (Fig. 1), que foram selecionados por possuírem dois tanques distintos que cultivavam essa espécie. Aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo nº 014638/14.

Figura 1 - Localização geográfica dos municípios de origem dos pesque-pagues e procedência das amostras, do Estado de São Paulo.



Figura 2 - (A) Ilustração adaptada de Batista et al. (1983) para o cálculo do Índice do pleno *rigor-mortis*; (B) Ilustração da mensuração para cálculo Índice do pleno *rigor-mortis*.



Em cada pesque-pague foram colhidos seis exemplares de tilápias do Nilo em cada período (chuva e seca), sendo três peixes do tanque 1 e três peixes do tanque 2, resultando em 12 amostras por estabelecimento e, somando os dois períodos de análise, um total de 60 amostras com média de peso de 843,3±181g, com comprimento total médio de 33,6±3,3cm.

Os peixes foram coletados com o auxílio de rede de tarrafa. Logo após a despesca, foram abatidos pelo método de secção medular.

Todos os peixes foram acondicionados em caixas isotérmicas de polietileno contendo gelo na proporção de 2:1(gelo: peixe) e, a seguir, enviados ao Laboratório de Inspeção Sanitária de Alimentos (LISA), do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP/Jaboticabal,

onde foram realizadas as análises para avaliação do estabelecimento do pleno *rigor-mortis* e o comportamento do pH ao longo das horas.

A observação do *rigor mortis* iniciou-se com o abate do animal e foi realizada de acordo com Bito et al. (1983), posicionando-se a metade anterior do corpo do exemplar sobre um plano de madeira, deixando suspensa a metade restante do corpo, livre no ar, de acordo com a Fig. 2.

A distância entre os níveis da tábua e a base da cauda foi mensurada por uma escala retangular no intervalo de tempo. O índice do rigor foi expresso a partir de leituras de curvatura de cauda pela fórmula:

$$IR(\%) = \frac{L - L'}{L} \times 100$$

na qual L representa a distância inicial da base da nadadeira caudal

a partir de uma linha horizontal da mesa (tomada imediatamente após a morte), e L' representa valores a intervalos de tempos selecionados durante a estocagem em horas (0h, 1h, 2h, 3h, 4h, 5h).

Nestes mesmos tempos foram realizadas aferições em duplicata do pH por meio eletrométrico, utilizando-se um potenciômetro e eletrodo da marca Phtek modelo PH- 203, com a inserção direta na musculatura dorsal dos peixes.

Para a realização da análise estatística, utilizou-se o programa estatístico R® versão 2.2.1, disponível na internet (www.r-project.org). Utilizou-se nível de significância de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

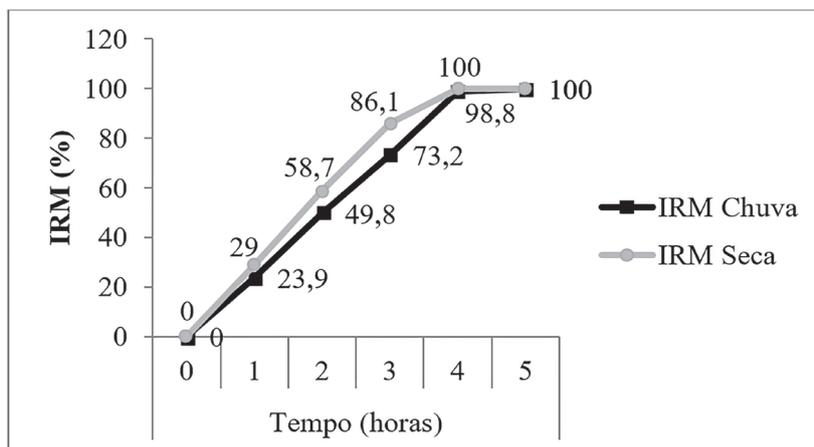
Na Tabela 1 apresenta-se a síntese dos resultados médios observados para

Tabela 1 - Evolução do índice de *rigor-mortis* e do pH de Tilápias do Nilo abatidas por destruição cerebral e armazenadas em gelo e sob refrigeração, provenientes de pesque-pagues do Estado de São Paulo, nos períodos de seca (2013) e das chuvas (2014).

Período	N	Tempo (horas)	Valor (cm)	pH	IRM* %
Chuva	30	0	7,3	6,9	0
		1	5,5	6,6	23,9
		2	3,6	6,4	49,8
		3	1,9	6,2	73,2
		4	0,1	6,1	98,8
		5	0	6,1	100,0
Seca	30	0	7,5	6,9	0
		1	5,3	6,6	29,0
		2	3,1	6,4	58,7
		3	1,0	6,3	86,1
		4	0	6,3	100,0
		5	0	6,2	100,0

*IRM- Índice de Rigor Mortis

Figura 3 - Curvas da evolução do Índice de rigor mortis (IRM) de tilápias do Nilo abatidas por destruição cerebral e armazenadas em gelo e sob refrigeração, provenientes de pesque-pagues do Estado de São Paulo, nos períodos da seca (2013) e das chuvas (2014).



a evolução do índice de *rigor mortis*, estabelecendo-se o tempo médio em horas para sua plena instalação e o comportamento do pH no decorrer dessas mesmas primeiras horas após o abate. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os períodos analisados para o estabelecimento do pleno *rigor mortis* e do pH da musculatura dorsal.

Apesar de ligeiras ou sutis

diferenças para as amostras dos diferentes períodos, tanto nos valores da angulação mensurada quanto do pH, verificou-se que em ambos os casos o tempo de estabelecimento do *rigor mortis* (100%) foi de aproximadamente cinco (5) horas e, como era de se esperar, sem a definição do pH final do músculo nesse tempo (Figura 3).

Também, pode-se deduzir que a variação sazonal não influenciou no estabelecimento pleno do *rigor mortis* uma vez que, tanto no período das chuvas quanto no período da seca, o índice de 100% de *rigor mortis* foi atingido praticamente com o mesmo tempo. A influência dos períodos poderia influenciar no *rigor mortis* visto que a qualidade físico-química

e microbiológica da água é distinta, podendo aumentar ou diminuir o conforto térmico, resultando em estresse acentuado e aspectos negativos na sanidade dos animais.

Curran et al. (1986) estudaram as reações de *cold shock* em tilápia (*Oreochromis aureus/niloticus*), e quando sacrificada a 0°C as tilápias apresentaram reação de *cold shock*, com início da rigidez duas horas depois de colocada em gelo e rigidez total depois de 8 horas. Para matrinxãs (*Brycon cephalus*) sacrificadas e mantidas em gelo, o *rigor* pleno aconteceu 75 minutos após a morte (BATISTA et al., 2004), ou seja, tempo inferior ao encontrado neste trabalho.

Kojima et al. (2008), avaliando a qualidade de tilápias abatidas por hipotermia em gelo ou por sangria, verificaram que, independente da forma de abate, a partir do período de duas horas as tilápias entraram no período de pleno enrijecimento muscular. Almeida et al. (2005) determinaram que a resolução plena, com concentração máxima de 99,4%, do *rigor mortis* de tambaqui (*Colossoma macropomum*) abatidos em gelo ocorreu em 30 minutos após o abate. Nos resultados encontrados neste trabalho o pleno *rigor* foi atingido cinco horas após a despesca, três horas a mais quando comparado Kojima et al. (2008), e quatro horas e meia a mais aos resultados encontrados por Almeida et al. (2005).

Os diferentes métodos utilizados no pré-abate e abate de peixes podem influenciar no estresse acentuado, ocorrendo diminuição na concentração de glicogênio fazendo com que estes entrem em pleno *rigor* mais rápido e acelerando o processo de deterioração. O abate por destruição cerebral mostrou-se uma técnica favorável porque o animal morre rapidamente, se debate menos e aumenta o tempo

na fase do pleno rigor, porém são necessários estudos complementares ao estresse e sofrimento. Dados como estes são relevantes, principalmente quando se discute o bem-estar no abate de pescado, que carece de estudos científicos.

A avaliação do *rigor mortis* de tilápias é importante para o conhecimento da melhor forma de captura assim como para o processamento, considerando-se que a retirada de filés no período pré-*rigor* melhora significativamente a qualidade de atributos como textura e cor em filés frescos, segundo Skjervold et al. (2001), embora haja controvérsias.

Independente do período analisado, seca e chuva, os valores obtidos para pH não apresentaram grandes variações. A primeira medição realizada instantes após o abate dos peixes evidenciou valor médio de 6,9, próximo da neutralidade, e com o passar das horas o pH sofreu redução até atingir valor mínimo médio de 6,1 no período das chuvas e de 6,2 no período da seca, considerados nesta pesquisa como pH final. Assim, esses valores são muito inferiores ao de 6,5 e de 6,8 utilizados como limites, respectivamente para musculatura interna e superfície de peixe fresco no Brasil (BRASIL, 1952).

Segundo Poli et al. (2005), as reações químicas derivadas do estresse no momento do abate bem como aquelas de toda extensão do pré-abate fazem com que os peixes entrem em estado de *rigor mortis* mais rapidamente. O sofrimento provoca, ainda, uma redução das reservas de glicogênio muscular dos peixes e, conseqüentemente, menor acúmulo de ácido láctico. Isso faz com que o pH da carne fique próximo da neutralidade, acelerando a ação das enzimas musculares.

O pH final da carne do pescado, após a sua morte, está relacionado

com a quantidade de glicogênio disponível no momento do abate. A diminuição do pH é consequência da conversão do glicogênio em ácido láctico. Durante a atividade física, o glicogênio é degradado para liberar a energia necessária no momento que o peixe se debate (KOJIMA et al., 2008).

Os mesmos autores em relação ao pH inicial detectaram valores de 7,15 para o abate em gelo e de 6,88 para o abate com sangria mais gelo, estabilizando-se em 24 horas com 6,28 e 6,24. Santos (2013), ao avaliar o pH de tilápias do Nilo no tempo de zero horas até cinco horas, encontrou que no abate por eletro-narcolese houve variação 6,86 a 6,39, por asfixia gasosa variou de 6,60 a 6,29 e por hipotermia foi entre 7,02 e 6,48, enquanto que neste trabalho a variação foi de 6,9 a 6,1, mas deve-se considerar que estes valores poderiam reduzir ainda mais, o que pode ser diferenciado pela forma como os animais foram abatidos, secção medular, que consiste na morte rápida e gasto mínimo da reserva do glicogênio.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que o abate por secção medular mostrou-se como uma boa técnica de abate, mostrando-se capaz de reduzir o sofrimento e esgotamento do peixe no pré-abate, evidenciado pelo tempo relativamente longo, uma vez que a espécie é bastante ativa, de aproximadamente cinco horas após a despesca para instalação plena do *rigor mortis*. Já para a mensuração do pH, independente do período analisado - seca e chuva, os valores obtidos para pH não apresentaram grandes variações sendo que os valores encontrados são muito inferiores ao preconizado pela legislação.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fapesp e ao CNPq pelo apoio para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, NM et al. Determinação do índice de *rigor-mortis* e sua relação com a degradação dos nucleotídeos em tambaqui (*Colossoma macropomum*), de piscicultura e conservados em gelo. **Ciênc Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.698-704, mai. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300034>. Acesso: Abr. 19, 2015. doi: 10.1590/S0103-84782005000300034
- BATISTA, GM et al. Alterações bioquímicas post-mortem de matrinxã *Brycon cephalus* (GÜNTHER, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. **Ciênc Tecnol Aliment**, Campinas, v.24, n.4, p.573-581, out-dez, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n4/a16v24n4>>. Acesso: Abr. 24, 2015.
- BITO, M et al. Studies on rigor mortis of fish. I. Difference in the mode of *rigor mortis* among some varieties of fish by modified Cutting's method. **Bull. Tokai Regional Fisheries Research Laboratory**. v.109, n.1, p.89-96, 1983.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto 30691 de 29 de março de 1952 que aprovou o **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**, alterado pelos Decretos nº 29093 de 30 de abril de 1956, nº Decreto 1255 de 25 de junho de 1962, nº 1236 de 2 de setembro de 1994, nº 1812 de 8 de fevereiro de 1996, nº 2244 de 4 de junho de 1997, nº 6385 de 27 de fevereiro de 2008 e nº 7216 de 17 de junho de 2010; Brasília. 1952. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso: Abr. 30, 2015.
- CURRAN, CA et al. Cold shock reaction in ice tropical fish. **Journal Food Technology**, London, v.21, n.3, p.289-299, June, 1986. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1986.tb00408.x/abstract>>. Acesso: Abr. 13, 2015. doi: 10.1111/j.1365-2621.1986.tb00408.x.
- KOJIMA, ST et al. Avaliação da qualidade da tilápia (*Oreochromis sp*) submetida a diferentes tipos de abate. In: 2º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica - CIIC 2008, 2008, Campinas. **Anais do 2º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica**. Campinas: ITAL, 2008. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2008/artigos/re0801019.pdf>>. Acesso: Abr. 17, 2015.
- POLI, BM et al. Fish welfare and quality as affected by preslaughter and slaughter management. **Aquaculture International**, v.13, n.1-2, p.29-49, Jan. 2005. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10499-004-9035-1?LI=true>>. Acesso: Mar. 13, 2015. doi: 10.1007/s10499-004-9035-1.
- VELLOSO, EA. **Avaliação Sensorial e Físico-Química de filés de Tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*) refrigerados e submetidos à radiação gama**. 2004. 68f. Monografia (Especialização)- Irradiação de Alimentos – Universidade Federal Fluminense.
- VIÉGAS, EMM; SOUZA, MLR. **Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura**. In: CYRINO, JEP et al. (Ed.) Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004, p. 405-481.
- SANTOS, ECB. **Métodos de abate e qualidade da tilápia do Nilo**. 2013. 100f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, CAUNESP). Universidade Estadual Paulista.
- SKJERVOLD, PO et al. Live-chilling and crowding stress before slaughter of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**. Amsterdam, v.192, n.2-4. Pag.265–280. Jan. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484860004476>>. Acesso: Mar. 18, 2015. doi: 10.1016/S0044-8486(00)00447-6.

Acesse:

www.higienealimentar.com.br
e obtenha informações preciosas
sobre os alimentos



www.facebook.com/revistahigienealimentar