

# Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo<sup>1</sup>

Freshness, shear force and muscle composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stunned with carbon dioxide or ice-water slush and stored with ice

Waleska Ferreira de Albuquerque<sup>2</sup>, Jorge Fernando Fuentes Zapata<sup>3</sup>, Raquel dos Santos Almeida<sup>4</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do abate por atordoamento com CO<sub>2</sub> ou com água gelada sobre o estado de frescor e condição muscular da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada em gelo por 17 dias. Os peixes foram insensibilizados em tanques contendo água saturada com gás carbônico (CO<sub>2</sub>) ou em água misturada com gelo. Após o sangramento os peixes foram eviscerados, lavados e acondicionados com gelo em recipientes com isolamento térmico. Cada recipiente, representando os tempos 0, 3, 5, 7, 12 e 17 dias de armazenamento, continha 6 peixes (3 do tratamento com CO<sub>2</sub> e 3 do tratamento com gelo). Nos tempos preestabelecidos, os peixes foram analisados para estado de frescor e o músculo foi coletado para medições de pH, nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT), nitrogênio não protéico (NNP) e resistência ao corte. A composição centesimal da parte muscular do pescado foi analisada no início e no final do período de armazenamento em gelo. Não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) da forma de insensibilização dos peixes sobre as características físicas e de composição da parte muscular do pescado. Nos três primeiros dias de armazenamento em gelo, porém, foi observada, em todos os peixes, uma diminuição ( $p < 0,05$ ) do nível de nitrogênio das bases voláteis totais e da resistência ao corte da carne.

**Termos para indexação:** Insensibilização de peixes, bases voláteis totais, nitrogênio não protéico, força de cisalhamento.

## ABSTRACT

The objective of this study, conducted with Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), was to assess the effect of two ways of fish stunning: carbon dioxide anesthesia and hypothermic conditioning on freshness and muscular condition of fish stored in ice for 17 days. Fish were stunned in tanks containing water saturated with carbon dioxide (CO<sub>2</sub> gas) or ice-water slush. Then the gill arches were severed and the fish let bled to death in fresh water. Fish were then eviscerated, cleaned in running water, drained and conditioned with ice in 6 insulated boxes. Each box, representing one sampling day (0, 3, 5, 7, 14 and 21 days), contained 6 fishes (3 from the CO<sub>2</sub> stunning and 3 from the ice-water slush stunning). On sampling days fishes were analyzed for freshness and the muscle collected for pH, total volatile base nitrogen (N-TVB), non-protein nitrogen (NPN) and shear force determinations. Proximal composition of the fish flesh was assessed at the beginning and at the end of the ice-storing period. No significant ( $p > 0.05$ ) effect of type of fish stunning on physical and compositional characteristic of the meat was observed. During the first 3 days of ice storing, however, a decrease ( $p < 0.05$ ) in fish muscle shear force and N-TVB content was observed in all fishes.

**Index terms:** Fish stunning, volatile base, non-protein nitrogen, shear force.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 07/10/2003. Aprovado em 05/07/2004. Trabalho desenvolvido durante a disciplina AJ710 Tecnologia do Pescado e Produtos Derivados. Semestre 2000.2. Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UFC.

<sup>2</sup> Farmacêutica Bioquímica, Professora Substituta. Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 12168, CEP 60020-181, Fortaleza, CE. E-mail: waleskaalbuquerque@terra.com.br

<sup>3</sup> Químico Farmacêutico, Ph.D. Professor Titular, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 12168, CEP 60020-181, Fortaleza, CE. E-mail: zapata@ufc.br

<sup>4</sup> Engenheira de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos. E-mail: quelalmeida21@yahoo.com.br

## Introdução

O peixe fresco é um alimento altamente perecível. Por isso os cuidados com o acondicionamento e manutenção, desde a morte do animal até a comercialização deste produto, objetivam manter as características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas próprias do pescado fresco pelo maior tempo possível (Huidobro et al., 2001b).

Devido aos inúmeros benefícios que a carne de peixe traz a saúde humana, o seu consumo vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Contudo, para suprir a necessidade dos consumidores por pescado fresco de ótima qualidade é necessário que a captura ou despesca dos peixes seja feita de forma planejada, que o abate seja apropriado e que se apliquem formas corretas de acondicionamento do pescado em gelo (Morkore et al., 2002).

A tilápia é a segunda espécie mais importante para aqüicultura. Sua produção mundial passou de 5.855.000, em 1990, para 11.000.000t em 1994 (Alceste; Jory, 1998). Dados do IBAMA (2001) mostram que a produção brasileira de tilápia chegou a 35.830,5t.

A aceitação do pescado fresco proveniente da piscicultura é determinada pela sua qualidade sensorial. Por isso é extremamente importante determinar o estado de frescor dos peixes logo após a morte, a fim de evitar ou minimizar as mudanças que possam vir a acontecer durante o armazenamento dos produtos, tais como alterações no aspecto, cor da pele, firmeza muscular, cheiro e sabor (Huidobro et al., 2000).

Para definir as mudanças no aspecto do peixe fresco foi desenvolvida uma técnica, conhecida como Método de Índice de Qualidade (MIQ), que avalia os parâmetros sensoriais de qualidade e as suas variações durante o processo de degradação (Ólafsdóttir et al., 1997).

O MIQ apresenta algumas vantagens únicas como a estimativa do tempo passado do pescado em gelo e a predição do tempo futuro durante o qual o pescado armazenado em gelo pode apresentar condição de consumo (Sveinsdóttir et al., 2002).

O estresse sofrido pelo peixe antes e durante o processo de abate (captura, arraste, atordoamento e sangria), poderá influenciar a instalação e passagem pelo *rigor mortis*, que é caracterizado por um enrijecimento transitório total ou parcial da musculatura afetando adversamente a qualidade da carne dos peixes (Carvalho et al., 2002). Segundo

Nakayama et al. (1999), isto não é observado no peixe não estressado.

Huidobro et al. (2001a) mostraram que o *gilthead seabream* (*Sparus aurata*) quando atordoado por imersão em gelo líquido apresenta imobilização com 20 minutos, enquanto que em gelo mais água a imobilização se dá com 40 minutos. Segundo os mesmos autores, o gelo líquido traz benefícios na qualidade físico-química dos peixes, entretanto a imersão neste líquido produz opacidade no cristalino do olho dos peixes, reduzindo assim sua aceitabilidade e seu valor comercial.

A condição de estocagem do pescado em gelo é um fator bastante importante na conservação, visto que pode influenciar de forma direta nas propriedades texturais do mesmo (Morkore et al., 2002). Ultimamente, o uso do gelo líquido representa uma nova técnica de resfriamento de alimentos, constituindo-se em uma alternativa interessante para a indústria pesqueira, pois requer um tempo curto para o resfriamento e seu custo é bastante baixo. Contudo, são necessários outros estudos para se verificar o tempo ideal de duração do pescado neste meio antes que o mesmo inicie seu processo de deterioração.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do atordoamento da tilápia-do-Nilo em água saturada com CO<sub>2</sub> ou em água com gelo sobre o estado de frescor e a integridade do músculo durante o armazenamento em gelo.

## Material e Métodos

### Procedência e abate dos peixes e preparação das amostras.

Foram utilizados 40 exemplares de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) provenientes de um criatório comercial localizado no município de Gaiúba (CE), com peso médio de aproximadamente 500g. Após o recebimento, os peixes foram acondicionados em tanques de água potável circulante, em uma densidade de aproximadamente seis exemplares/m<sup>3</sup>, para um período de jejum de 48 horas.

Os peixes foram insensibilizados em dois tanques de polipropileno rígido e translúcido, com tampa, de 80L de capacidade, contendo aproximadamente 50L de água, em bateladas de 4 peixes de cada vez. No tanque com CO<sub>2</sub> o gás (anidrido carbônico comercial, White Martins S. A. Fortaleza - CE) era in-

sufiado desde o cilindro pressurizado através de mangueira e duto instalado para borbulhar no fundo do mesmo, com pressão uniforme de 15psi/pol. No tanque com água fria o nível de gelo foi mantido ocupando aproximadamente  $\frac{1}{4}$  do volume da água. Após 10 minutos de permanência os peixes eram retirados dos tanques para corte dos arcos branquiais e sangramento por 5 minutos em recipientes contendo água limpa.

Em seguida, os peixes foram eviscerados e lavados em água corrente. Os peixes foram então acondicionados em seis recipientes de isopor, com dreno, com as cavidades abdominais voltadas para baixo, em duas camadas separadas e cobertas por abundante gelo em escamas, inclusive na parte de baixo do peixe. Cada recipiente, representando os tempos 0; 3; 5; 7; 12 e 17 dias de armazenamento, continha 6 peixes (três atordoados com  $\text{CO}_2$  e três por hipotermia).

Os quatro peixes restantes foram acondicionados similarmente para análise da composição da parte comestível do pescado no início (0 dia) e no final (17 dias) do armazenamento em gelo. Nos tempos preestabelecidos de armazenamento em gelo, os peixes foram submetidos à análise do estado de frescor, medições de pH, resistência ao corte, determinações do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT) e nitrogênio não protéico (NNP).

### **Análise do estado de frescor, textura e composição muscular**

O estado de frescor do pescado foi medido através do Método do Índice da Qualidade (MIQ), seguindo os parâmetros sugeridos pela União Européia (Howgate et al., 1992) e pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 1980). Foram avaliados: opacidade do cristalino e proeminência dos olhos nas órbitas, guelras e abdômen (coloração e cheiro), cor superficial da pele, firmeza das escamas, firmeza muscular e aparência geral.

O pH muscular foi medido em uma pequena incisão no músculo com eletrodo de penetração (Analyser, modelo 2A09E, São Paulo) acoplado a um medidor digital (Digimed, modelo DMPH-2, São Paulo).

O nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT) foi determinado por arraste com vapor de água e o

destilado titulado com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05N (KE et al., 1990). O N-BVT foi expresso como mg de nitrogênio por 100 g de pescado.

O nitrogênio não protéico (NNP) foi determinado pelo método de Micro Kjeldahl no extrato obtido após precipitação da proteína com ácido tricloroacético 10%. Os resultados foram expressos como N% na parte muscular do pescado, de acordo com KE et al. (1990).

Para ambas as análises (NNP e N-BVT) foi utilizado o filé esquerdo que foi homogeneizado e dividido em duas porções, uma para cada análise.

A textura da carne de pescado foi avaliada através da medida da resistência ao corte (força de cisalhamento). Os filés foram cortados em cubos de  $1,5 \text{ cm}^3$  e estes cortados transversalmente à direção das fibras musculares utilizando-se um texturômetro TA.XT2 (Stable Micro System, Surrey, England), equipado com uma lâmina de corte tipo guilhotina, operando a uma velocidade de 5 mm/s a uma distância de 25 mm. O pico da força registrada foi expresso em kg de força necessária para cortar a carne.

A composição centesimal da parte comestível do pescado incluiu a determinação de umidade (secagem em estufa a  $102^\circ\text{C}$ , por 18 horas); cinzas (incineração em forno-mufla a  $550^\circ\text{C}$  por 15 horas); lipídios totais (extração com hexano) e proteína (método de Kjeldahl), segundo Horwitz (1990).

### **Análise estatística**

A variância dos dados das variáveis pH muscular, N-BVT, NNP e força de cisalhamento foi analisada seguindo-se um modelo fatorial  $2 \times 6$  (tipo de insensibilização x tempo de armazenamento em gelo) e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey. Foi aplicada regressão quadrática onde houve efeito do tempo de armazenamento em gelo e os dados foram analisados usando-se software estatístico (SAS, 1996).

### **Resultados e Discussão**

Ao final do período de insensibilização (10 min) os peixes apresentaram signos de atordoamento, sendo que os tratados com  $\text{CO}_2$  permaneceram mais ativos que os tratados com gelo. Durante o sangramento em água a temperatura ambiente, porém, os peixes atordoados em gelo recuperaram

rapidamente um maior nível de atividade que aqueles atordoados com CO<sub>2</sub>, sugerindo que o tratamento com CO<sub>2</sub> induziu uma anestesia mais profunda nos peixes.

### Estado de frescor dos peixes

Os dados coletados através do Método do Índice da Qualidade (MIQ) indicaram que no início do armazenamento em gelo os peixes insensibilizados com CO<sub>2</sub> apresentavam ótimo estado de frescor permanecendo estáveis nesta condição durante os 7 primeiros dias de armazenamento (Tabela 1). Entre o 12º e o 17º dia de armazenamento, porém, foi observado o aparecimento de opacidade no cristalino do olho e descoloração das guelras. Mudanças similares foram observadas nos peixes insensibilizados com gelo a partir do 7º dia (opacidade do cristalino) e 5º dia (descoloração das guelras). Isto sugere que os peixes atordoados com CO<sub>2</sub> podem manter uma condição melhor do cristalino do olho e das guelras do que os peixes atordoados com gelo. Estas características são importantes no peixe fresco podendo comprometer a apreciação de qualidade feita pelo consumidor.

Huidobro et al. (2001a) trabalhando com o

peixe *gilthead seabream*, compararam o abate com gelo líquido e hipotermia observando que houve aparecimento de pontos claros nas córneas e pupilas e presença de opacidade e branqueamento nos olhos nos primeiros sete dias de armazenamento em gelo, sendo essas características bem mais intensas nos peixes abatidos com gelo líquido. Em outro trabalho, Huidobro et al. (2001b) verificaram que peixes abatidos por imersão em suspensão de gelo em água não apresentaram diferenças significativas no índice de qualidade nos primeiros 11 dias de armazenamento.

### pH muscular

A medida do pH do músculo do pescado apresentou valores que variaram de 6,18 a 6,77 (Figura 1). Os valores de pH não foram afetados significativamente ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos nem pelo tempo de armazenamento ( $p > 0,05$ ). Esses resultados foram similares aos encontrados por Carvalho et al. (2002) no músculo da tilápia-do-Nilo abatidas sob estresse, por Morkore et al. (2002) no músculo da truta arco-íris insensibilizada com CO<sub>2</sub> e por Huidobro et al. (2001b) no músculo do peixe *gilthead seabream* abatidos em gelo líquido.

**Tabela 1** - Estado de frescor, medido pelo Método do Índice da Qualidade (MIQ) em tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com CO<sub>2</sub> ou em água gelada e armazenadas em gelo por 17 dias.

Forma de abate e características observadas	Tempo de armazenamento em gelo (dias)					
	0	3	5	7	12	17
<b>Insensibilização com CO<sub>2</sub></b>						
Opacidade do cristalino	O	O	B	B	R	R
Coloração e odor das guelras	O	O	O	B	B	R
Cor superficial e firmeza das escamas	O	O	O	O	B	B
Textura muscular sob pressão	O	O	O	O	B	B
Aparência geral	O	O	O	B	B	R
<b>Insensibilização com gelo</b>						
Opacidade do cristalino	O	B	B	R	R	R
Coloração e odor das guelras	O	O	R	R	R	R
Cor superficial e firmeza das escamas	O	O	O	O	B	R
Textura muscular sob pressão	O	O	O	O	R	R
Aparência geral	O	B	B	B	R	R

O = ótimo, B = bom; R = regular

Pode-se observar que o pH do filé da tilápia abatida mediante insensibilização com  $\text{CO}_2$  aumentou consideravelmente no 5º dia de armazenamento em gelo, enquanto que as abatidas por hipotermia tiveram este aumento entre o 5º e 12º dia de armazenamento. Embora este aumento não seja significativo ( $p > 0,05$ ), o mesmo pode ter sido devido ao acúmulo de produtos de natureza básica como, trimetilamina, dimetilamina, amônia e algumas bases orgânicas, produzidos pela hidrólise bacteriana de compostos nitrogenados do músculo e em menor grau pela autólise (Pedrosa-Menebrito e Regenstein, 1988; Sikorski, 1994).

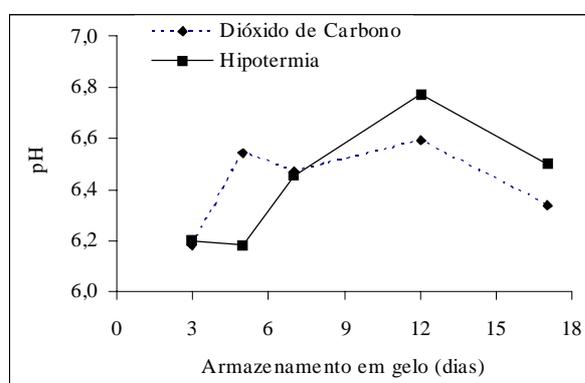


Figura 1 - Valores de pH no músculo de tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com  $\text{CO}_2$  ou em água gelada e armazenadas em gelo por 17 dias.

### Nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT)

O conteúdo de N-BVT é usado extensamente como índice de qualidade do pescado no mercado internacional, sendo um bom indicativo do estado de conservação (Oehlenschläger, 1991). Segundo Connell (1995), limites entre 30 e 35 mgN-BVT/100g de músculo são aceitáveis quando os peixes estão armazenados em gelo ou água gelada.

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que os valores de N-BVT obtidos neste estudo variaram de 18,38 a 21,40 mg N-BVT/100g no músculo dos peixes abatidos mediante insensibilização com  $\text{CO}_2$  durante os 17 dias de armazenamento em gelo.

Os valores observados de N-BVT não foram afetados significativamente ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos, mas sim pelo tempo de armazenamento em gelo ( $p < 0,05$ ), entre o primeiro e o quarto dia.

Do sexto dia em diante, apesar das diferenças observadas, todos os valores encontraram-se abaixo do estabelecido pela legislação brasileira que tem como limite máximo para comercialização o valor de 30 mgN-BVT/100g (Brasil, 1980). Segundo Kuaye (1982), os valores de N-BVT variam de acordo com a metodologia utilizada, a espécie do pescado e o estágio de alteração, sendo pouco sensíveis para pescado de água doce, onde não é observada grande alteração durante vários dias de armazenamento em gelo.

Trabalho realizado por Socol (2002), mostrou que os valores de N-BVT em filés de tilápia minimamente processadas não foram afetados significativamente, independentes do tratamento e do período de armazenamento em gelo que foi de 20 dias. Já Mujica (1988) notou um comportamento irregular nos níveis de N-BVT em tilápia-do-Nilo evisceradas e mantidas em gelo, variando de 15,08 a 21,05 mg N-BVT/100g do músculo depois de 3 dias de armazenamento.

Os dados obtidos neste trabalho vão de encontro ao trabalho realizado por Huidobro et al. (2001a), onde se verificou que o *gilthead seabream* abatido mediante insensibilização por gelo líquido, apresentou níveis de N-BVT estáveis com valores médios de 16 mg N-BVT/100g durante 20 dias de armazenamento em gelo.

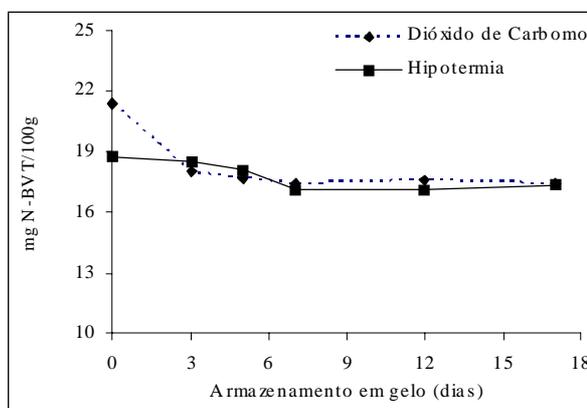


Figura 2 - Valores de N-BVT do filé de tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com  $\text{CO}_2$  ou em água gelada e armazenadas em gelo por 17 dias.

### Nitrogênio não protéico (NNP)

O termo NNP (nitrogênio não protéico) deriva dos componentes nitrogenados não protéicos, tais como amônia, trimetilamina, uréia, taurina, aminoácidos livres e peptídeos, que não precipitam com ácido tricloroacético a 10%. Essa fração pode

representar de 0,5 a 10% da parte comestível do pescado.

O NNP é utilizado para determinação do frescor, por ser a primeira fração a ser utilizada pelos microorganismos, servindo de fonte de energia para os mesmos (Sikorski, 1994).

A Figura 3 mostra que os valores de NNP não foram afetados significativamente ( $p>0,05$ ) pelos tratamentos nem pelo tempo de armazenamento ( $p>0,05$ ), indicando que não houve formação ou desaparecimento significativo de formas nitrogenadas no pescado durante os 17 dias de armazenamento em gelo. O mesmo aconteceu em trabalho realizado por Socol (2002), onde os valores de NNP de filés de tilápia minimamente processados não foram afetados significativamente pelos tratamentos durante um período de 20 dias de armazenamento em gelo.

Em trabalho realizado por Netto (1984) com tilápia-do-Nilo o valor de NNP, no início do armazenamento, foi de 294 mg/N 100g, ocorrendo uma redução para 208 mg/N 100g do músculo após 20 dias de estocagem em gelo.

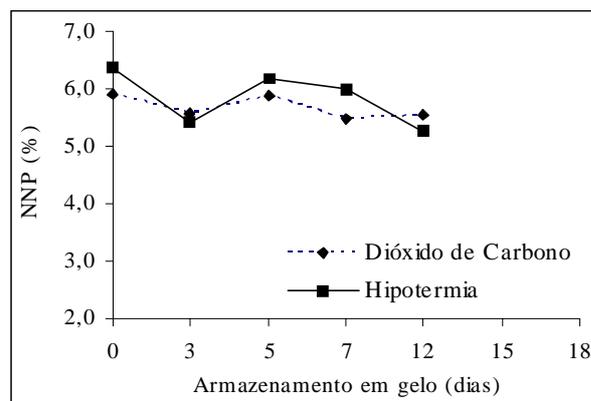


Figura 3 - Valores percentuais de NNP em músculo de tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com  $\text{CO}_2$  ou em água gelada e armazenadas em gelo por 17 dias.

### Textura muscular do pescado

A medida da textura foi utilizada para determinar a mudança estrutural do músculo do peixe no decorrer do armazenamento em gelo. Os valores para textura obtidos neste trabalho podem ser observados na Figura 4. Os resultados variaram de 18,57 a 5,57 kg para os filés dos peixes abatidos com  $\text{CO}_2$ , e de 16,74 a 7,64 quando insensibilizados por hipotermia. A análise dos dados mostrou que não

houve diferença significativa entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), mas sim entre os tempos de armazenamento ( $p<0,05$ ).

De acordo com a Figura 4, pode-se verificar que houve diferença entre o tempo 1 (0 dia de armazenamento) e os tempos 2; 3; 4; 5 e 6 (3; 5; 7; 12 e 17 dias de armazenamento, respectivamente) para ambos os tratamentos ( $p<0,05$ ), observou-se ainda que o 7º dia de armazenamento apresentou diferença significativa ( $p<0,05$ ) quando comparado a todos os outros tempos, já os valores dos tempos 5 e 6 mantiveram-se estáveis ( $p>0,05$ ). Estas diferenças podem ser explicadas através da instalação do *rigor-mortis* caracterizado pela contração muscular que ocorre após a morte, devido ao gasto de ATP, ocasionando com isso o enrijecimento muscular ou pela quebra da estrutura muscular ocasionada pelas enzimas proteolíticas. Os resultados encontrados vão de encontro aos encontrados por Roth et al. (2002) quando avaliaram as propriedades texturais do salmão do Atlântico.

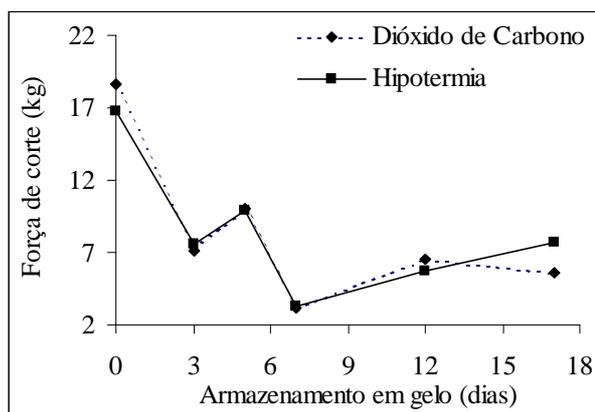


Figura 4 - Valores da força de cisalhamento (kg) do músculo de tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com  $\text{CO}_2$  ou em água gelada e armazenadas em gelo por 17 dias.

### Composição Centesimal

A composição centesimal (umidade, cinzas, proteína e gordura) da parte muscular da tilápia-do-Nilo não teve maiores variações em função do tratamento de insensibilização aplicado aos peixes ou ao tempo de armazenamento em gelo (Tabela 2). De acordo com a porcentagem de gordura total encontrada, é possível classificar esta espécie como "magra". Segundo Márquez et al. (1995), o mesmo acontece com outras espécies de peixes marinhos como o *Notothenia rossii* e *Gobionotothen gibberifrons* já estudadas por estes autores.

**Tabela 2** – Composição centesimal do músculo de tilápia-do-Nilo abatidas mediante insensibilização em água com CO<sub>2</sub> ou em água gelada, no início e no final do período de armazenamento em gelo de 17 dias.

Forma de insensibilização e tempo de armazenamento	Composição do músculo			
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Gordura (%)	Proteína (%)
CO <sub>2</sub> (dia 0)	77,82	1,10	2,32	17,51
CO <sub>2</sub> (dia 17)	76,68	0,75	2,10	16,62
Gelo (dia 0)	81,05	1,14	1,98	16,52
Gelo (dia 17)	80,75	0,80	0,78	16,76

## Conclusões

A insensibilização em água com CO<sub>2</sub> permite o sangramento e a morte da tilápia-do-Nilo de forma menos estressante que aquela em água gelada.

As tilápia-do-Nilo insensibilizadas com CO<sub>2</sub> mantêm a boa condição do cristalino do olho e da cor das guelras por tempo mais prolongado que aquelas insensibilizadas com gelo.

As características de composição do músculo da tilápia-do-Nilo não são afetadas pela forma de insensibilização dos peixes. No decorrer do armazenamento em gelo, porém, há diminuição da textura da carne e do conteúdo de nitrogênio das bases voláteis totais.

A imersão em água com gelo parece ser uma forma mais econômica e simples de insensibilizar tilápia-do-Nilo a serem armazenadas em gelo por, pelo menos, sete dias.

## Agradecimentos

À empresa Bom Princípio Aquicultura, Guaiúba, CE, pelo fornecimento dos peixes usados neste estudo. Ao Departamento de Solos da UFC e ao CNPAT da EMBRAPA, pelo auxílio na realização de análises de NNP e de textura muscular do pescado, respectivamente.

## Referências Bibliográficas

ALCESTE, C.; JORY, D. E. Análises de las tendencias actuales en la comercialización de tilápia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Unión Europea. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

AQUICULTURA, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, Recife. **Anais...** Recife: MCR/ABRAq, 1998.

BRASIL. **Regulamentação da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal** – RIISPOA. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília, 1980. p.166.

CARVALHO, M. R. B.; KIRSCHNIK, P. G.; VIEGAS, E. M. M.; AIURA, F. F.; MELÍCIO, S. P. L.; SILVA, J. D. T.; PINTO, M. M. Alterações pós-mortem no músculo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatidas com e sem estresse e estocadas a 0°C e 20°C. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2002. 1 CD.

CONNELL, J. J. Control of fish quality. **Fishing News**. 4. ed. Farnham: Surrey, 1995.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. In: ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY, Maryland, v. II, 15. ed. 1990.

HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; TEJADA, M. Quality index method developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Journal of Food Science**, Chicago, v.65, n.7, p.1202-1205, 2000.

HUIDOBRO, A.; MENDES, R.; NUNES, M. L. Slaughtering of gilthead seabream (*Sparus aurata*) in liquid ice: influence on fish quality. **European Food Research Technology**, Berlin, v.213, p.267-272, Aug. 2001a.

HUIDOBRO, A.; PASTOR, A.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; TEJADA, M. Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). **European Food Research Technology**, Berlin, v.212, p.408-412, 2001b.

IBAMA. **Estatística 2001**. Disponível em : <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em 19 fev. 2004, 14:45:32.

KE, P.J.; BURNS, B. G.; HELBIG, N. B. **Biochemical methods of fish quality evaluation**. MUN Publication Services, St. John's. 1990. 198p.

- KUAYE, A.Y. **Comparação dos métodos para determinação das bases nitrogenadas em pescado:** parâmetros críticos e modificações. 1982. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MÁRQUEZ, M. E. I; CASAUX, R. J; MAZZOTTA, A. S. Analisis de la composición química del tejido muscular de *Gobionotothen gibberifrons* a lo largo de um ciclo anual. **La industria Cárnica Latinoamericana**, Buenos Aires, n. 101, p.33-38, 1995.
- MORKORE, T.; HANSEN, A. A.; UNANDER, E.; EINEN, O. Composition, liquid leakage, and mechanical properties of farmed rainbow trout: Variation between fillet sections and the impact of ice and frozen storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.5, p.1933-1934, 2002.
- MUJICA, P.Y.C. **Avaliação da qualidade organoléptica, química e microbiológica de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantida a temperatura ambiente e sob gelo.** 1988. 75 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NAKAYAMA, T.; OOGUCHI, N.; OOÍ, A. Change in rigor mortis of red sea-bream dependent on season and killing method. **Fisheries Science**, Tokyo, v.65, n.2, p.284-290, 1999.
- NETTO, F. M. **Modificações químicas, bioquímicas e sensoriais do híbrido da tilápia estocada em gelo.** 1984. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- OEHLENSCHLAGER, J. Chemical composition of the flesh and other tissues of Antarctic fish species of the families Channichthyidae and Nototheniidae. **Food Chemistry**, London, v.40, n.2, p.159-167, 1991.
- ÓLAFSDÓTTIR, G.; MARTINSDÓTTIR, E.; OEHLENSCHLAGER, J.; DALGAARD, P.; JENSEN, B.; UNDELAND, I.; MACKIE, I. M.; HENEHAN, G.; NIELSEN, J.; NIELSEN, H. Methods to evaluate fish freshness in research and industry. **Trends in Food Science & Technology**, London, v.8, p.258-263, 1997.
- PEDROSA-MENEBRITO, A.; REGENSTEIN, J. M. Shelf-life extension of fresh fish: A review: spoilage fish. **Journal of Food Quality**, Athens, v.2, p.117-127, 1988.
- ROTH, B.; MOELLER, D.; VELAND, J. O.; IMSLAND, A.; SLINDE, E. The effect of stunning methods on rigor mortis and texture properties of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.4, p.1462-1466, 2002.
- SAS INSTITUTE, SAS/STAT: User's Guide. Version 6.11. Ed., Cary. 1996. 842pp.
- SIKORSKI, Z. E. **Tecnología de los productos del mar:** Recursos, Composición Nutritiva y Conservación. Zaragoza, Acribia, 1990. 330p.
- SOCOL, M. C. H. **Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração.** 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SVEINSDOTTIR, K.; MARTINSDOTTIR, E.; JORGENSEN, B.; KRISTBERGSSON, K. Application of quality index method (QIM) scheme in shelf-life study of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.4, p.1570-1579, 2002.