

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO  
PANTANAL**

**DENISE ÁVILA DE CASTRO**

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL  
JUNHO DE 2007**

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO  
PANTANAL**

**DENISE ÁVILA DE CASTRO**

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL  
JUNHO DE 2007**

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO PANTANAL**

**Denise Ávila de Castro**  
**Orientador: Dr. Jorge Antonio Ferreira de**  
**Lara**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL  
JUNHO DE 2007

**DENISE ÁVILA DE CASTRO**

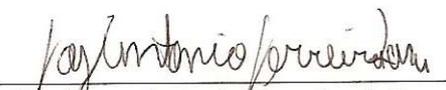
**“Perdas de água em filés de pescados do Pantanal”**

**“Water loss in fillets of brazilian pantanal fishes”**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

APROVADA: 30/06/2007

  
Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara  
Orientador

  
Dr. Ruy Alberto Caetano Corrêa Filho

  
Dra. Ádina Cléia Botazzo Delbem

*Há homens que lutam um dia e são bons.  
Há outros que lutam um ano e são melhores.  
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.  
Porém, há os que lutam toda a vida.  
Esses são os imprescindíveis”.*

**Bertolt Brecht**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, responsável por tudo.

Ao professor Jorge Antônio Ferreira de Lara, por contribuir intensamente para o meu crescimento profissional e pelo exemplo de profissionalismo e dedicação demonstrado.

A minha mãe por me ensinar os valores da vida, pelo incentivo constante e apoio concedido em todos os momentos.

Ao Armando pela sua companhia e incentivo constante em todos os momentos.

À EMBRAPA Pantanal, por fornecer-nos estrutura para execução deste projeto.

Ao pessoal do laboratório da EMBRAPA, Jaqueline e Katiane e em especial a Ádina.

Aos pilotos do barco Waldomiro e Isaque pelo apoio proporcionada nas viagens.

A minha nova (Alana) e antiga amiga (Vanessa) que me receberam tão bem em Corumbá o meu muito obrigada.

As minhas amigas de Campo Grande sempre presentes na minha vida: Paola (em primeiro lugar viu), Aline e Dane.

A professora e amiga Josephina pela disponibilidade e apoio a mim dispensado.

## PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO PANTANAL

### RESUMO

O processamento da carne é uma alternativa para agregar valor e gerar renda. Para que os produtos se tornem viáveis é necessário conhecer parâmetros que permitam avaliar a qualidade e padronizar a produção. A perda de água na industrialização e na estocagem é significativa para a manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de captura e da espécie na perda de água nos filés de pescado do Pantanal. Uma coleta foi realizada no início da vazante (agosto) e outra no final (novembro). Em cada uma delas foram obtidos 10 exemplares de cada uma das seguintes espécies: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), palmito (*Ageneiosus brevifilis*) e barbado (*Pirirampus pirinampu*). As amostras foram analisadas para pH final, perda de água por exsudação, pressão e cozimento. Observou-se que a época do ano interferiu em todos os parâmetros. No mês de agosto o palmito e o pacu obtiveram as menores médias porcentuais para perda por cozimento e perda por exsudação. Para perda por pressão o que demonstrou menor média foi o pacu. Em novembro, o pacu e o palmito novamente apresentaram as menores médias para perda por exsudação e perda por pressão. O pH final também foi dependente da época do ano. A época do ano e a espécie do peixe influenciam as perdas de água dos filés. Tais fatores devem ser considerados ao planejar e padronizar uma escala industrial de produção de pescado no Pantanal.

**Palavras-chave:** peixe, sazonalidade, pH, parâmetros de qualidade

## WATER LOSS IN FILLETS OF BRAZILIAN PANTANAL FISHES

### ABSTRACT

Food consumers have preferred to purchase low cost and easy-to-prepare products, but also inexpensive food of high nutritional quality. Considering food nutritional value, fish muscle may be an appropriate alternative for such consumers. However, more studies are needed to better standardize the raw material (fish *in natura*) and improve knowledge about fish quality parameters, which are necessary to aggregate values, so that activity of the fishery industry can be improved. Therefore, the present study tested whether the period of the year when the fish are caught affects muscle pH and the muscle water loss which are important parameters of meat quality. Final muscle pH, and water loss by cooking, exudation, and pressure were investigated in four Pantanal fish species: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), barbado (*Brachyplatystoma platynemum*), and palmito (*Ageneiosus inermis*). The month the fish were caught affected the analyzed muscle water loss parameters. In August, palmito and pacu showed the best means for cooking and exudation losses, compared to the other months. Pacu showed the lowest mean value for water loss by pressure. In November, pacu and palmito exhibited the lowest mean values for cooking loss; all the fish species tested showed statistically similar water loss by both exudation and pressure. Final muscle pH was dependent on the month of the year.

**Key-words:** fish, period of the year, pH, quality parameters

**LISTA DE FIGURAS**

	Página
CAPÍTULO 1 .....	11
Figura 1 Quantidade total de pescado capturado de algumas espécies (toneladas) na Bacia do Alto Paraguai, MS, no período de 1994 a 2000 - SCPESCA/MS.....	19
Figura 2 Níveis hidrométricos do rio Paraguai, em Ladário, de 1973 a 2006...	21

## LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	28
Tabela 1 - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente pH, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia o do Rio Paraguai (2006).....	35
Tabela 2 - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por cozimento, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	36
Tabela 3 - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por exsudação, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	37
Tabela 4 - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por pressão, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	38

## LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1 – Fluxograma de procedimentos realizados para a execução das análises de perda de por cozimento, pressão e exsudação dos filés de pescado provenientes da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	43
ANEXO 2 – Imagens ilustrativas de alguns procedimentos para a execução das análises de pH e perda de água por cozimento, exsudação e pressão, realizadas no Laboratório de Alimentos da EMBRAPA Pantanal.....	44
Anexo 2.1 Imagem do procedimento de aferição do pH final em filé de pescado.....	44
Anexo 2.2 Imagem de amostras de filé de pescado acondicionadas em sacos plásticos e dispostas dentro do banho-maria durante o procedimento da análise de perda de água por cozimento.....	44
Anexo 2.3 Imagem de amostra de filé de pescado acondicionada em bandeja de isopor e recoberto por filme plástico para o início da análise de perda de água por exsudação.....	45
Anexo 2.4 Amostra de filé de pescado disposta no papel filtro sobre a placa de vidro utilizada para a análise de perda de água por pressão.....	45
ANEXO 3 – Médias de mínimos quadrados estimados para as variáveis dependentes.	46
Anexo 3.1 Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente pH, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	46
Anexo 3.2 Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por cozimento, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	46
Anexo 3.3 Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por exsudação, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	47
Anexo 3.4 Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por pressão, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).....	47

## SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	11
1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA.....	11
1.1 Considerações Gerais.....	11
1.2 Perdas de água em filé de pescado.....	13
1.2.1 Influência do aquecimento.....	15
1.2.2 Importância do <i>rigor mortis</i> .....	16
1.2.3 Importância da autólise.....	17
1.2.4 Importância da deterioração microbológica.....	18
1.3 Principais espécies de peixes do Pantanal.....	18
2 OBJETIVOS.....	22
3 REFERÊNCIAS.....	23
CAPÍTULO 2.....	28
ARTIGO CIENTÍFICO.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
1 INTRODUÇÃO.....	30
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.1 Coleta de amostras.....	30
2.2 pH intramuscular.....	31
2.3 Perda de água por pressão.....	31
2.4 Perda de água por cozimento.....	32
2.5 Perda de água por exsudação.....	32

2.6 Análise estatística.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.CONCLUSÕES.....	40
5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

## Capítulo 1

### 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

#### 1.1. Considerações Gerais

O Brasil está entre os líderes mundiais na produção de carnes de diversas espécies. Constitui um dos principais competidores do mercado internacional. Por outro lado, a produção de carne de peixe ainda pode ser maior. O país possui um litoral extenso, uma quantidade proporcionalmente grande de água doce quando comparado com outros países, além de território disponível para a piscicultura.

Mesmo assim, o consumo interno é de 8,0 kg/habitante/ano em 2004, encontrando-se abaixo do valor mínimo de 12,0 kg/habitante/ano recomendado pela FAO (Parmigiani & Torres, 2005). Apesar de já existirem no país frigoríficos que exportam pescado para mercados internacionais, o produto brasileiro ainda pode ocupar um lugar de maior destaque neste comércio se for considerado seu potencial de produção.

Entretanto, produzir pescado em grande quantidade não é o suficiente para conquistar os mercados. Será necessário investir além do volume de matéria-prima e preço, também em qualidade, segurança e prazo de entrega, uma vez que os consumidores se tornam mais exigentes ao adquirir os alimentos (Bressan et al., 2001).

O músculo possui particularidades bioquímicas e a carne características químicas que conferem ao pescado atributos e cuidados especiais, particularmente aos processos de autólise, oxidação lipídica e deterioração microbiana que prejudicam a vida-de-prateleira e o potencial de consumo da carne.

Uma alternativa muito empregada na indústria cárnea para aumentar a vida-de-prateleira e agregar valor à produção é o processamento da matéria-prima para a elaboração

de uma diversidade de opções aceitáveis ao consumidor, que vão desde hambúrgueres até defumados e produtos de salsicharia (Coelho, 2003).

A falta de padronização do pescado, com características nem sempre desejáveis, como sabor desagradável, gordura excessiva, tamanho diverso na mesma espécie, período de oferta oscilante, entre outros associadas com poucos estudos das características pós-colheita, como análises físico-químicas e sensoriais, dificultaram o desenvolvimento do setor.

Entre as propriedades físico-químicas fundamentais para a agregação de valor através da conservação e processamento está a capacidade em reter água que a carne apresentará durante a sua industrialização e venda no varejo. Esta propriedade, conhecida como capacidade de retenção de água (CRA) está diretamente relacionada à maciez dos produtos processados e a diminuição de tamanho e suculência quando há perdas de água no armazenamento e cozimento do produto.

A perda de água pode ser um dos fatores que prejudicam diretamente a decisão de compra dos consumidores potenciais do pescado, podendo influenciar na obtenção dos produtos vindos do mar, da piscicultura ou dos rios e lagos por exemplo.

Este parâmetro de qualidade tem relação direta com a suculência e a aparência do pescado no momento da venda. A suculência é afetada pois a perda de água antes ou durante o cozimento implica em um produto com pouco líquido retido e menos desejável ao paladar. Já a aparência de um pescado com elevada perda de água pode indicar ao consumidor que o produto está a mais tempo na gôndola do que de fato está, pois pode estar até mesmo ressecado devido à intensa exsudação.

Entre as espécies com possível apelo mercadológico, estão o pintado/cachara, mais conhecidos, seguido por dourado, pacu e jaú. Outros menos conhecidos como o palmito, barbado e piavuçu, nativos e ainda pouco explorados industrialmente, já que sua pesca está concentrada na obtenção artesanal e no turismo.

O Pantanal apresenta, entretanto, limitantes logísticos, culturais e ambientais que devem ser considerados antes da previsão de consumo de seus recursos pesqueiros. Uma

forma de minimizar o impacto ambiental é processar a carne, que teria mais valor agregado e menor esforço de pesca para o cumprimento de uma determinada meta de ganho econômico.

Por outro lado, antes da industrialização é recomendável conhecer a matéria-prima a qual será submetida ao processamento. Existe uma carência de trabalhos que demonstrem parâmetros físico-químicos quantitativos da carne de pescado, sua viabilidade e potencial para a produção de filés, embutidos, enlatados ou empanados entre outros.

Além do esforço científico de mensurar alguns parâmetros que possam na visualização da qualidade da carne de peixe do Pantanal, ainda há sérios pontos de estrangulamento para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva de carne de peixe sustentável no Pantanal. Ainda há a necessidade: de treinar mão-de-obra para todas as etapas da cadeia de produção; de leitura de mercado sobre qual o tipo de produto o consumidor quer (filé de peixe, enlatado, embutido); de investimento de infra-estrutura e de estudo profundo do mercado do peixe na sociedade brasileira.

## **1.2. Perdas de água na carne de pescado**

A água é muito importante para a atividade muscular, uma vez que a pressão e descompressão, contração e relaxamento, somente são possíveis na presença da água. A relação água-proteína pode ser utilizada para determinar a quantidade de água adicionada à carne picada e aos embutidos. Sendo a água o meio universal das reações biológicas, sua presença afeta diretamente as reações que ocorrem na carne durante o armazenamento e processamento (Sá, 2004).

Os principais atributos pelos quais o consumidor costuma avaliar a qualidade da carne são o sabor desse pescado seguido por aspectos envolvidos no processamento, como a perda de líquidos no descongelamento e na cocção (Tucker & Ploeg, 1999). Segundo Bressan et al. (2001) o pH final é relevante na determinação da capacidade de retenção de água, nas perdas de peso e em outros atributos de qualidade da carne.

A pesca com anzol e a tradicional luta entre o peixe e o pescador, pode ter conseqüências negativas ao processar o pescado, em virtude de propriedades funcionais

como a capacidade de retenção de água que está diretamente relacionada às perdas da água antes e durante o cozimento (Souza, 2006).

A perda de água na carne está intimamente relacionada com a capacidade desta em reter líquidos em sua estrutura morfológica. A capacidade de retenção de água (CRA) é uma propriedade importante em termos de qualidade tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a carne destinada à industrialização. Esta pode ser definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração e prensagem (Flores & Bermell, 1984).

É importante ressaltar que a capacidade de retenção de água não é um parâmetro objetivo e sim uma tendência, pois não existe um valor real para esta propriedade (Honikel & Hamm, 1994). Isto porque é um processo dinâmico onde pode ocorrer mudança na configuração protéica em decorrência da exposição a fatores externos como congelamento, cozimento e acidez do meio.

Lakshmanan et al. (2007) define CRA como a habilidade do músculo de resistir a perda de água, isso é importante tanto do ponto de vista comercial quanto do consumidor. A água é encontrada na forma livre e ligada na carne, sendo que cerca 90% da ligada está difundida no tecido por capilaridade principalmente nos espaços intracelulares (Offer & Trinick, 1983).

A retenção da água ligada é influenciada por mudanças na estrutura protéica, distribuição do fluido nos espaços intra e extracelular, pH, força iônica e forças físicas, como pressão e calor durante o processamento (Jonsson et al., 2001).

O aumento da CRA pode ser acompanhado pela adição de cloreto de sódio acima do ponto isoelétrico protéico (pI) em sistemas cárneos (Honikel, 1989). No entanto, mudanças no conteúdo de água e no músculo podem influenciar importantes atributos de qualidade como textura, aparência e estabilidade na estocagem (Lakshmanan et al., 2007). Especificamente, a distribuição celular, o estado de ligação e a mobilidade da água são mais importantes que o total de água contido na determinação da qualidade e estabilidade do alimento (Ruan & Chen, 1998).

Além disso, os peixes possuem tecidos com elevada atividade enzimática, que implica em um período de *rigor mortis* curto e autólise rápida, quando comparada a outras classes de vertebrados.

### **1.2.1. Influência do aquecimento**

Já foi demonstrado que há relação entre a CRA e as mudanças teciduais específicas que ocorrem durante o aquecimento da carne de salmão (Ofstad et al., 1993). A perda de água aumenta ao elevar a temperatura entre 20 e 45 °C, depois diminui na faixa de 45-50 °C e permanece constante ao elevar-se à temperatura acima desta faixa (Ofstad et al., 1995).

Alterações conformacionais nas proteínas miofibrilares causadas pelo aquecimento promovem um aumento de volume protéico e maior retenção de água em uma determinada faixa de temperatura (Wilding et al., 1986). O pH e a força iônica afetam o volume miofibrilar, no entanto, forças eletrostáticas e mecanismos de aumento e diminuição de volume entrópico, podem provocar alteração na perda de líquidos no aquecimento Offer et al., 1989).

As miofibrilas são despolimerizadas com adição de cloreto de sódio e convertida a um gel pelo aquecimento (Asghar et al., 1985). A força iônica, o pH e o aquecimento influenciam a ultra-estrutura celular, e assim conseqüentemente, a CRA. Isso foi verificado com microscopia eletrônica e eletroforese das proteínas actina e miosina (Wang & Smith, 1992).

Foi demonstrado que a concentração de NaCl, pH, altas temperaturas e a interação entre esses fatores influencia a perda de líquido em cortes de pouca espessura bem como em pasta de salmão, que é constituída de uma mistura de fibras musculares intactas e fracionadas (Ofstad, 1995).

Recentemente, o uso da ressonância nuclear magnética tem sido usado para reverter mudanças nas propriedades do músculo de pescado que ocorrem durante o processamento tecnológico, onde ocorre aquecimento, congelamento e salga (Erikson et al., 2004).

### 1.2.2. Influência do *rigor mortis*

O *rigor mortis* é definido como a perda de elasticidade e extensibilidade dos músculos do pescado, como resultado da alteração dos ciclos de contração e relaxamento e, de maneira geral, inicia-se cerca de duas horas e termina cerca de 18 horas depois, quando estocado a 0°C (Contreras-Gusman, 1994).

O *rigor mortis* ocorre em músculo de peixe paralelamente à redução da quantidade de ATP presente no músculo, ou seja, está condicionado à degradação de 95% do ATP no músculo e também à degradação do glicogênio a ácido lático (Falcão et al., 2004).

Segundo Contreras-Gusman (1994), a substância que é hidrolisada mais rapidamente após a morte do animal no tecido muscular é o glicogênio, provocando um acúmulo de ácido lático no músculo e reduzindo o pH. Até o aparecimento do ácido lático é denominado fase de pré-rigor com duração de uma a duas horas, variando muito em função da espécie estudada. Isto, por sua vez, estimula as enzimas que hidrolisam o fosfato orgânico.

A diminuição do trifosfato de adenosina (ATP) faz com que a actina e miosina, associadas na forma de complexo actomiosina, não se separem. Ao mesmo tempo, começa a haver uma redução do pH do músculo de 6,9 para 6,3 pela quebra do glicogênio e nucleotídeos. O ATP combinado com a miosina confere ao peixe uma carne branda, com acúmulo de água pela baixa desnaturação protéica conferida pelo pH médio final entre 6,0 e 7,0.

Estudos têm demonstrando que há relação entre a rápida queda do pH e o estabelecimento do *rigor mortis* com a temperatura do músculo acima do esperado, levando ao aumento de perdas de água no músculo. Como consequência há a formação de carnes com propriedades funcionais inadequadas para o processamento (Piertzak et al., 1997; Van Laack et al., 2000).

Em aves, como também observado em mamíferos, a observação do rigor com a queda de pH levou ao estabelecimento do fenômeno PSE (*Pale, Soft e Exudative*) que confere a carne uma cor pálida, textura seca e baixa capacidade de retenção de água

(Barbut, 1998; Cassens 2000). É causado em consequência da rápida glicólise, resultando em carnes com elevada quantidade de exsudato e pobre em características sensoriais desejáveis (Shaw et al., 1995; Gispert et al., 2000). É possível determinar a ocorrência de carne PSE através da combinação dos resultados obtidos para as propriedades funcionais desta carne, particularmente, cor, pH, capacidade de retenção de água e textura (Barbut, 1997).

O fenômeno PSE ainda não foi caracterizado em pescado, mas é uma hipótese a ser considerada, principalmente, em virtude do estresse pré-abate que o peixe pode sofrer quando na captura.

### **1.2.3. Influência da autólise**

Autólise é o processo de quebra das proteínas e gorduras devida à ação das enzimas proteolíticas e lipídicas nos tecidos, uma vez que os tecidos dos pescados consistem basicamente de compostos protéicos. Quando o músculo está rígido, a autólise começa, pois as condições para a ação as catepsinas foram criadas pelo abaixamento do pH do tecido (Siqueira, 2001).

Depois de atingir seu máximo rigor, este começa a cair devido à ação de proteases oriundas da própria carne e de bactérias presentes. As catepsinas D, L e a calpaína decompõe proteínas miofibrilares provocando a fragilidade do disco Z, decomposição da conectina e quebra da ligação actomiosina (Ogawa & Maia, 1999).

A proteólise promove uma diminuição da concentração de proteínas miofibrilares e o aumento na retenção de umidade no tecido do peixe *in natura*. (Ofstad, 1996). O mesmo autor verificou que o aquecimento de pasta de pescado obtida a partir de carne *in natura* apresentou diferentes perdas de água, em função do conteúdo de colágeno e do grau de decomposição das fibras.

Apesar da importância das propriedades funcionais e da microestrutura das carnes sobre a qualidade de produtos processados de pescado, ainda existem poucos estudos relacionando esses fatores. A CRA e as alterações estruturais devem ser enfatizadas ao

produzir carne de pescado, particularmente nos produtos que usam carne triturada (Synnes et al., 2007).

#### **1.2.4. Influência da deterioração microbiológica**

Por ser rico em nutrientes, o pescado é susceptível ao ataque e desenvolvimento microbiológico. Microrganismos e enzimas iniciam os processos de decomposição protéica, sendo que a maioria dos microorganismos presentes no pescado apresenta atividade proteolítica e lipolítica (El kest & Marth, 1992).

A penetração de microrganismos na carne de pescado e a decomposição gradual das substancias nitrogenadas começa quase que simultaneamente à autólise;a rapidez e a intensidade no entanto variam em função a temperatura de estocagem. Se o pescado é mantido em gelo, ocorre uma inibição da atividade bacteriana e o processo de autólise é mais intenso que a decomposição bacteriana. Quando o produto está em temperaturas elevadas,a decomposição bacteriana predomina (Jakobi et al., 1999).

A legislação brasileira considera o pescado deteriorado quando o mesmo possuir teor de bases voláteis igual ou superior a 30mgN/100g,e pH da carne externa igual ou superior a 6,8 é o pH da carne interna igual ou superior a 6,5, e ainda, quando houver reação positiva de gás sulfídrico (Brasil, Decreto nº 30691).

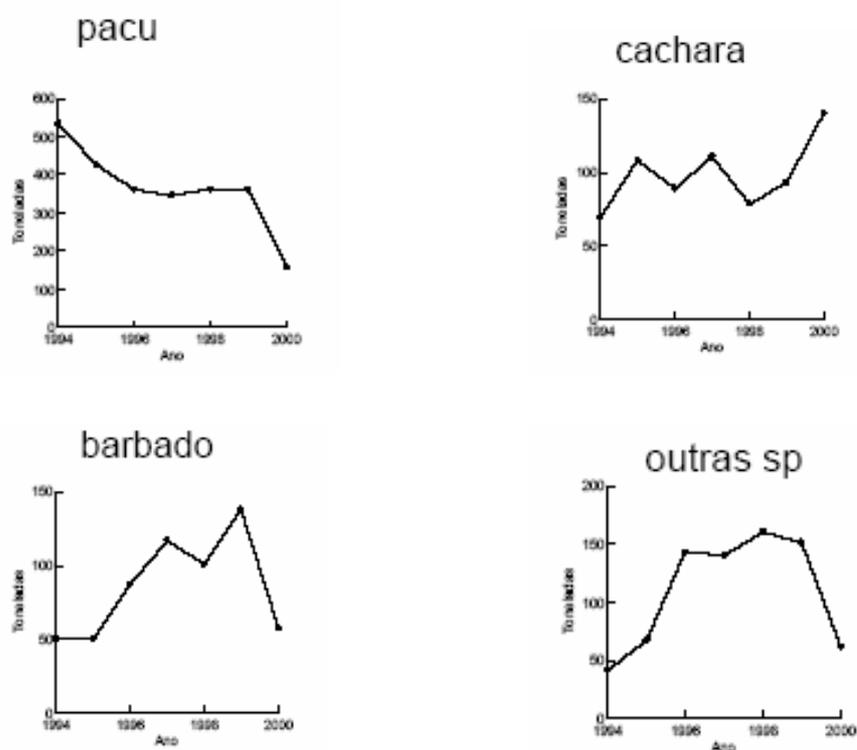
### **1.3. Principais espécies de peixes do Pantanal**

Encontra-se mais de 260 espécies de peixes na Planície do Pantanal (Britski et al., 1999) e estima-se que foi pescado no Pantanal Sul cerca de 800 toneladas entre pesca profissional e esportiva em 2002 (Catella, 2003).

Segundo Catella (2003), dessas espécies, cerca de 40 são de significado econômico, na alimentação ou ornamental, mas apenas cinco foram responsáveis por mais de 71% de todo o desembarque pesqueiro registrado pelo SCPESCA/MS entre 1994 e 1999 na bacia do alto Paraguai: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (30%), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (17%), piavuçu (*Leporinus macrocepholus*) (10%), dourado (*Salminus maxillosus*) (7%) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (7%). Estas espécies são

consideradas as mais nobres, alcançando os melhores preços de venda para os pescadores profissionais artesanais (Figura 1).

Essa composição de espécies também é um indicativo geral da qualidade ambiental e do baixo nível de exploração da pesca, como explica (Welcomme, 1999): as comunidades de peixes respondem à pressão de pesca e a outros tipos de estresse provocados por fatores externos, através do declínio no tamanho médio, que implica perda de indivíduos e de espécies maiores, e sua substituição por outros menores.



**Figura 1.** Quantidade total de pescado capturado de algumas espécies (toneladas) na Bacia do Alto Paraguai, MS, no período de 1994 a 2000 - SCPESCA/MS.  
Fonte: Campos et al., 2002

Fatores naturais como o período hidrológico e a “dequada” são fatores regulatórios da quantidade e espécies de peixes encontrados no rio Paraguai, afinal ambos estão relacionados com o aporte de matéria orgânica oferecida aos peixes (Catella, 2003).

A profundidade em que se encontra o rio Paraguai é o principal fator natural que determina a produção de peixes do Pantanal. Muitas espécies se adaptaram a essas variações do nível da água, como os peixes de “piracema”, que realizam longas migrações reprodutivas rio acima, entre os quais estão a maioria dos peixes de importância para a pesca (pintado, cachara, pacu, barbado entre outros) (Resende et al, 1996).

Esse fenômeno se inicia no período da vazante, quando os peixes formam grandes cardumes e nadam rio acima. Atingem o curso superior dos rios no começo do período das chuvas, por volta de novembro e dezembro, onde realizam a reprodução (Resende et al., 1996).

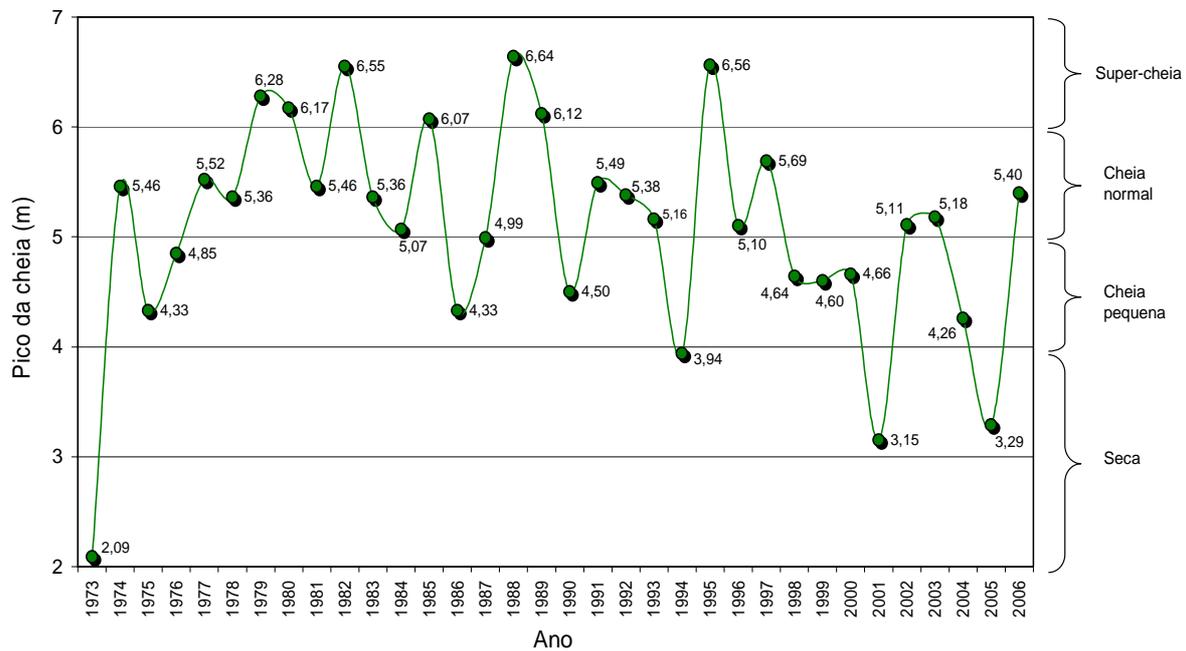
Em seguida, adultos e ovos descem rio abaixo, alcançando os campos inundados (final de janeiro a início de fevereiro). Nesses ambientes, os adultos e as larvas de peixes recém-eclodidas encontram um vasto *habitat* de alimentação e crescimento, onde permanecem durante as cheias (Catella, 2001).

Por isso a cheia do rio Paraguai é importante, pois dela é que se resulta parte dos alimentos utilizados tanto pelos adultos que subiram o rio para reprodução quanto pelas larvas agora já eclodidas.

Entretanto, o Pantanal apresenta uma variabilidade plurianual de chuvas (Figura 2), com alternância de anos chuvosos e outros relativamente secos (Galdino, 2006), e isso pode alterar o ciclo de vida dos peixes, conseqüentemente o estoque pesqueiro..

O comportamento hidrológico dos rios está diretamente relacionado a esse regime de chuvas. Nos anos de pequenas cheias ocorre diminuição da área de inundação, isto é, do *habitat* dos peixes.

Assim, a capacidade suporte do ambiente diminui, aumentando a mortalidade natural e reduzindo a taxa de crescimento corporal dos peixes e o tamanho dos estoques e, conseqüentemente, reduzindo sua produção excedente que é explorada pela pesca (Calheiros & Ferreira, 1997). Ocorre o oposto em anos mais cheios.



**Figura 2.** Níveis hidrométricos do rio Paraguai, em Ladário, de 1973 a 2006.  
Fonte: Galdino, 2006

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi medir a perda de água em filés de pescado do Pantanal obtidos no rio Paraguai, no início e no final do período de vazante, das espécies pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), palmito (*Ageneiosus brevifilis*) e barbado (*Pinirampus pirinampu*) .

### 2.2. Objetivos Específicos

Determinar a perda de água por pressão em filés de pescado do Pantanal obtidos no rio Paraguai, no início e no final do período de vazante, das espécies pacu, cachara, palmito e barbado.

Mensurar a perda de água por exsudação em filés de pescado do Pantanal obtidos no rio Paraguai, no início e no final do período de vazante, das espécies pacu, cachara, palmito e barbado.

Medir a perda de água por cozimento em filés de pescado do Pantanal obtidos no rio Paraguai, no início e no final do período de vazante, das espécies pacu, cachara, palmito e barbado .

### 3. REFERÊNCIAS

ASHGAR, A.; SAMEJIMA, K.; YASUI, T. Functionality of muscle proteins in gelatin mechanisms of structured meat products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.22, p. 27 – 106, 1995.

BARBUT, S. Estimating the magnitude of PSE problem in poultry. **Journal Muscle Food**, v. 9, p. 35- 49, 1998.

BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **Bristh Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 2, p. 355 – 358, 1997.

BRASIL. Decreto n.º 30691 de 29/03/52. **Regulamento da inspeção industrial sanitária de produtos de origem animal**. Brasília: SIPA, DIPAR, Ministério da Agricultura, 1952.

BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 3, p. 293 - 303, 2001.

CALHEIROS, D. F.; FERREIRA, C. J. A. **Alterações limnológicas no rio Paraguai (“dequada”) e o fenômeno natural de mortandade de peixes no Pantanal Mato-Grossense - MS**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997.

CASSENS, R. G. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. **Food Chemistry**, Washington, v. 69, n. 2, p. 357- 363, 2000.

CATELLA, A. C. **A Pesca no Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil: descrição, nível de exploração e manejo (1994 – 1999)**. 2001. 351 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA; Universidade do Amazonas – UA.

CATELLA, A. C. **A pesca no Pantanal Sul: situação atual e perspectiva**. Corumbá: EMBRAPA, 2003.

COELHO, G. M. Rendimento e composição química de pescados e carcaças residuais da filetagem industrial: uma comparação. **I workshop brasileiro em aproveitamento de subprodutos do pescado**, 2003.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 409 p.

EL-KEST, S. E.; MARTH, E. H. Freezing *Listeria monocytogenes* and other microorganisms: a review. **Journal of Food Protection**. v. 55, p. 639-648, 1992.

ERIKSON, U.; VELIYULIN, E.; SINGSTAD, T. E.; AURSAND, M. Salting and desalting of fresh and frozen-thawed cod (*Gadus morhua*) fillets: A comparative study using <sup>23</sup>Na NMR, <sup>23</sup>Na MRI, low-field <sup>1</sup>H NMR, and physicochemical analytical methods. **Journal of Food Science**, v. 69, p. 107-114, 2004.

FALCÃO, P.T.; BATISTA, G. M.; LESSI, E.; KODAIRA, M. **Alterações Bioquímicas post-mortem de Matrinxã**. Ciência e Tecnologia de Alimentos: Campinas, 2004.

FLORES, J.; BERMELL, S. Propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares: capacidad de retención de agua. **Rev. Agroqui. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.2, p.151-158, 1984.

GALDINO, G. **Cheia no Pantanal**. EMBRAPA Pantanal, 2006, disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/destaques/cheia3.htm>. Acesso em: 04/01/2007.

GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; OLIVER, M. A.; GUARDIÀ, M. D.; COLL, C.; SIGGENS, K.; HARVEY, K.; DISTRE, A. A survey of pre-slaughter conditions, halotane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, Barking, v. 55, n. 1, p. 97 – 106, 2000.

HONIKEL, K. O. The meat aspects of water and food quality. In T. M. Hardman (Ed.), **Water and food quality**. p. 277 -304, London: Elsevier Applied Science, 1989.

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. Em: Pearson, A.M.; Dutson, T.R. Eds. **Quality attributes and their measurement in meat, Poultry and fish products**. Adv. Meat Res. 9, capítulo 5, p.125-159, 1994.

JAKOBI, M.; BUZZO, A. A.; RISTORI, C. A.; TAVECHIO, A. T.; SAKUMA, H.; PAULA, A. M. R; GELLI, D. S. Observações Laboratoriais sobre Surtos Alimentares de *Salmonella* sp. Ocorridas na Grande São Paulo, no período de 1994 a1997. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.58, n. 1, p. 47-51, 1999.

JONSSON, A.; SIGURGISLADOTTIR, S.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTBERGSSON, K. Textural properties of raw atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. **Aquaculture Nutrition**, v. 81, p. 81-89, 2001.

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, J. A.; PIGGOTT, J. R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie**, v. 40, p. 544 -551, 2007.

OFFER, G. & TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, Barking, v .8, p. 245 - 281, 1983.

OFFER, G.; KNIGHT, P.; JEACOCKE, R.; ALMOND, R.; COUSING, T.; ELSEY, J.; PARSONS, N.; SHARP, A.; STARR, R.; PURSLOW, P. The structural basis of the water-holding, appearance and toughness of meat and meat products. **Food Microstructure**, v.8, p. 151- 170, 1989.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; HERMANSSON, A. M. Liquid holding capacity and structural changes during heating of fish muscle: cod (*Gadus morhua* L.) and salmon (*Salmo salar*). **Food Structure**, v. 12, p. 163 – 174, 1993.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R. L.; HERMANSSON, A. M. Liquid-holding capacity and structural changes in comminuted salmon (*Salmo salar*). Muscle as influenced by pH, salt and temperature. **Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie**, v. 28, p. 329– 339, 1995.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R. L.; HERMANSSON, A. M. Factors Influencing Liquid-holding capacity and structural changes during heating of comminuted cod (*Gadus morhua* L.) muscle. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 29, p. 173 – 183, 1996.

OGAWA, M. S.; MAIA, E. L. **Manual de Pesca**. Ciência e Tecnologia do Pescado. Varela, v.1, 1999, 429 p.

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. A caminho da elite do agronegócio. **Revista Aqüicultura e pesca**, edição 10, p. 26-34, 2005.

PIERTZAK, M.; GREASER, M. L.; SOSNICKI, A. A. Effect of rapid *rigor mortis* processes on protein functionality in *pectoralis major* muscle of domestic turkeys. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2106 – 2116, 1997.

RESENDE, E.K. de; CATELLA, A. C.; NASCIMENTO, F. L.; PALMEIRA, S. da S.; PEREIRA, R. A. C.; LIMA, M. de S.; ALMEIDA, V. L. L. de. **Biologia do curimbatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 75p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).

RUAN, R. R. & CHEN, P. L. **Water in foods and biological materials. A nuclear magnetic approach**. Lancaster, PA, USA: Technomic Publishing Company, 1998.

SÁ, E. Conservação do pescado. **Revista Aqüicultura & Pesca**. Ed. 01, 2004.

SHAW, F. D.; TROUT, G. R. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. **Meat Science**, Barking, v. 39, n. 2, p. 237 – 246, 1995.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. **Efeitos da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo: Piracicaba, 2001.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. Em: **V Seminário Internacional de Aves e Suínos**. Florianópolis: AVESUI, 2006.

SYNNES, M.; LARSEN, W. E.; KJERSTAD, M. Chemical characterization and properties of five deep-sea fish species. **Lebensmittel - Wissenschaft und- Technologie**, v. 40, p. 1049 -1055, 2007.

TUCKER, C. S.; PLOEG, M.V.D. Managing off-flavor problems in pond-raised catfish. *Southern*. **Regional Aquaculture Center**, p.192- 197, 1999.

VAN LAACK, R. L. J. M.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY, H. D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 1057 -1061, 2000.

WELCOMME, R. L. A review of a model for qualitative evaluation of exploitation levels in multi-species fisheries. **Fisheries Management and Ecology**, v.6, p.1-19, 1999.

WILDING, P.; HEDGES, N.; LILLFORD, P. Salt-induced swelling of meat: the effect of storage time, pH, ion-type and concentration. **Meat Science**, Barking, v.18, p. 55 – 75, 1986.

## CAPÍTULO 2

**Artigo redigido conforme as normas para preparação de trabalhos científicos submetidos à publicação no BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA.**

### **PERDAS DE ÁGUA EM FILÉ DE PESCADO DO PANTANAL\* WATER LOSS IN FILLETS OF BRAZILIAN PANTANAL FISHES**

Denise Ávila de CASTRO<sup>1</sup>, Ádina Cléia Botazzo DELBEM<sup>2</sup>, Jaqueline dos Santos DAVID<sup>3</sup>, Ruy Alberto Caetano CORRÊA FILHO<sup>4</sup>, Valter Joost van ONSELEN<sup>4</sup>, Jorge Antonio Ferreira de LARA<sup>5</sup>

#### RESUMO

---

O processamento da carne é uma alternativa para agregar valor e gerar renda. Para que os produtos se tornem viáveis é necessário conhecer parâmetros que permitam avaliar a qualidade e padronizar a produção. A perda de água na industrialização e na estocagem é significativa para a manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de captura e da espécie na perda de água nos filés de pescado do Pantanal. Uma coleta foi realizada no início da vazante (agosto) e outra no final (novembro). Em cada uma delas foram obtidos 10 exemplares de cada uma das seguintes espécies: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), palmito (*Ageneiosus brevifilis*) e barbado (*Pirinampus pirinampu*). As amostras foram analisadas para pH final, perda de água por exsudação, pressão e cozimento. Observou-se que a época do ano interferiu em todos os parâmetros, exceto perda por cozimento. No mês de agosto o palmito e o pacu obtiveram as menores médias percentuais para perda por cozimento e perda por exsudação. Para perda por pressão o que demonstrou menor média foi o pacu. Em novembro, o pacu e o palmito novamente apresentaram as menores médias para perda por exsudação e perda por pressão. O pH final também foi dependente da época do ano. A época do ano e a espécie do peixe influenciam as perdas de água dos filés. Tais fatores devem ser considerados ao planejar e padronizar uma escala industrial de produção de pescado no Pantanal.

**Palavras-chave:** peixe, sazonalidade, pH, parâmetros de qualidade

---

<sup>1</sup> Aluna do Programa do mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS.

<sup>2</sup> Estagiária, nível pós-doutorado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, EMBRAPA Pantanal, Corumbá, MS

<sup>3</sup> Estagiária, nível graduação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, EMBRAPA Pantanal, Corumbá, MS

<sup>4</sup> Professor Doutor Departamento de Zootecnia FAMES Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS.

<sup>5</sup> Pesquisador Embrapa Pantanal. Corumbá, MS . Rua 21 de setembro, 1880. Caixa Posta 109. CEP 79320-900. Telefone: (67) 3233 2430. E-mail: jorge@cpap.embrapa.br.

---

\* Financiado pelo CNPq

### ABSTRACT

---

Food consumers have preferred to purchase low cost and easy-to-prepare products, but also inexpensive food of high nutritional quality. Considering food nutritional value, fish muscle may be an appropriate alternative for such consumers. However, more studies are needed to better standardize the raw material (fish *in natura*) and improve knowledge about fish quality parameters, which are necessary to aggregate values, so that activity of the fishery industry can be improved. Therefore, the present study tested whether the period of the year when the fish are caught affects muscle pH and the muscle water loss which are important parameters of meat quality. Final muscle pH, and water loss by cooking, exudation, and pressure were investigated in four Pantanal fish species: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), barbado (*Brachyplatystoma platynemum*), and palmito (*Ageneiosus inermis*). The month the fish were caught affected the analyzed muscle water loss parameters. In August, palmito and pacu showed the best means for cooking and exudation losses, compared to the other months. Pacu showed the lowest mean value for water loss by pressure. In November, pacu and palmito exhibited the lowest mean values for cooking loss; all the fish species tested showed statistically similar water loss by both exudation and pressure. Final muscle pH was dependent on the month of the year.

**Key-words:** fish, period of the year, pH, quality parameters

---

## 1. INTRODUÇÃO

O Pantanal possui uma biodiversidade em espécies aquícolas com potencial para a produção sustentável de pescado, como os peixes pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), palmito (*Ageneiosus brevifilis*) e barbado (*Pirirampus pirinampu*) capturados regularmente em seus rios. O processamento da carne é uma alternativa para agregar valor aos produtos gerando maior renda aos pescadores regionais.

Para que os produtos processados se tornem tecnicamente viáveis é necessário conhecer parâmetros que permitam avaliar os fatores que influenciam na qualidade e na padronização da produção. Entre esses fatores, a perda de água durante a industrialização e a estocagem é significativa para a manutenção da qualidade durante a vida de prateleira e para a conquista de clientes cada vez mais exigentes.

As perdas de água, sejam pela exsudação durante o resfriamento, pela pressão sob os tecidos durante a estocagem ou pela desnaturação das proteínas durante o cozimento, acabam conferindo ao produto características sensoriais indesejadas, como diminuição da suculência e perda de peso (LAKSHMANAN et al. 2007).

A retenção da água ligada é influenciada por mudanças na estrutura protéica, distribuição do fluido nos espaços intra e extracelular, pH, força iônica e forças físicas, como pressão e calor durante o processamento (JONSSON et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de captura e da espécie na perda de água perda em filés de pescado do Pantanal.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Coleta de amostras

As espécies de peixes foram adquiridas junto à colônia de pescadores do município de Corumbá-MS. As viagens de pesca no Rio Paraguai tiveram duração de até quinze dias. A captura foi realizada utilizando anzol de galho e isca específica para cada espécie entre o quinto e o décimo dia de viagem.

Os peixes foram conservados eviscerados em gelo durante todo o trajeto e apresentaram bom estado de conservação e odor satisfatório. Essas coletas foram executadas em região próxima ao encontro dos rios Paraguai e São Lourenço, em agosto (período de seca), onde o rio se encontra relativamente alto; e em novembro (início do período de chuvas), onde o rio está relativamente baixo de acordo com dados observados anualmente pela Marinha do Brasil.

Em cada coleta foram obtidos 10 exemplares de cada uma das seguintes espécies: pacu (*Piaractus mesopotamicus*), cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*), palmito (*Ageneiosus brevifilis*) e barbado (*Pirirampus pirinampu*). Todos os peixes capturados neste experimento encontravam-se dentro da medida mínima preconizada pela legislação ambiental vigente.

Após o recebimento, pesagem e medida do comprimento, as carcaças foram imediatamente congeladas e a filetagem foi feita entre 18 e 20 dias de armazenamento. Esse procedimento visou aproximar as amostras da rotina de pesca e comercialização de carne de pescado no porto de Corumbá-MS, onde as carcaças são congeladas inteiras e vendidas em um período aproximado de 20 dias pós-captura (Anexo 1).

Todas as análises feitas nos filés foram em triplicata. Em algumas espécies não foi possível obter rendimento de filés suficientes para analisar todas as variáveis nas 10 amostras coletadas. As análises foram realizadas no Laboratório de Alimentos da EMBRAPA Pantanal (Anexo 2).

## **2.2. pH intramuscular**

A determinação do pH foi realizada em profundidade conforme descrito por PASTORIZA e SAMPEDRO (1994). A leitura foi realizada em aparelho medidor de pH DMPH - 2 (Digimed, São Paulo) com eletrodo para carnes (modelo DME-CF1). O pH intramuscular foi avaliado em triplicata imediatamente antes da realização dos demais testes.

## **2.3. Perda de água por pressão**

A perda de água por pressão foi realizada conforme descrito por SOUZA (2006). Cada amostra de 0,5 g foi posicionada entre dois papéis filtros circulares de 5,5 cm de diâmetro, espessura de 200  $\mu\text{m}$  e gramatura de 80  $\text{g}/\text{m}^2$ . Amostras e papéis de filtro foram posicionados entre duas placas quadrangulares de vidro com espessura de 8 mm cada uma. Sobre este sistema foi colocado um peso de 10 kg por cinco minutos. A pressão exercida sobre a amostra foi uniforme em toda sua área. Posteriormente a amostra e os papéis foram pesados e os resultados expressos em porcentagem.

#### **2.4. Perda de água por cozimento**

A perda de água por cozimento foi realizada de acordo com CASON et al. (1997). Para tal, 70,0 g de amostra foram pesadas, embaladas em saco plástico e levadas ao cozimento em banho-maria até a temperatura interna atingir 75 a 80°C. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas até que a temperatura interna estivesse entre 25 e 30°C. Os resultados foram expressos em porcentagem de perda determinada pela diferença de peso antes e após o cozimento.

#### **2.5. Perda de água por exsudação**

A perda de água por exsudação foi avaliada segundo metodologia proposta por OLIVO et al. (2001) modificada. Foram pesados 70,0g de cada amostra e em seguida acondicionadas em bandejas de isopor e recobertas com filme de polietileno. As amostras foram armazenadas por 3 dias a 4 °C e ao final deste período foram pesadas. A perda de água foi estimada pela diferença dos pesos inicial e final e expressa em porcentagem.

#### **2.6. Análise estatística**

As variáveis mensuradas: perda por exsudação (%), perda por cozimento (%), perda por pressão (%) e pH foram submetidas à análise de variância, a qual teve como causas de variação os efeitos principais de época, de espécie e a interação entre estes. Quando a interação foi significativa foi feito o desdobramento desta nos efeitos simples dos fatores. As médias de mínimos quadrados foram estimadas por ponto e por intervalo

de confiança de 95% e foram comparadas pelo teste t de Student, no nível de 5% de significância. Todas as análises foram feitas seguindo os procedimentos sugeridos por ZAR (1984) e utilizando o programa SAS para Windows versão 8.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os peixes capturados em agosto apresentaram valores médios de peso e comprimento corporal respectivamente de 6,5 kg e 92 cm para cachara, 2,2 kg e 49 cm para pacu, 3,1 kg e 76 cm para barbado e 1,2 kg e 51 cm para o palmito. Em novembro os resultados foram: cachara 8,4 kg e 98 cm, pacu 1,4 kg e 45 cm, barbado 2,8 kg e 64 cm e o palmito 1,8 kg e 55 cm.

As diferenças entre o peso dos peixes entre os meses de coleta de agosto e novembro variaram em função da espécie. Enquanto o peso médio dos cacharas e palmito foi superior em novembro em relação a agosto o contrário ocorreu com as médias da espécie pacu e barbado.

Além da espécie, fatores como o peso e o comprimento corporal, conteúdo de gordura muscular e maturidade também influenciam as perdas de água. A maturidade está relacionada a mudanças estruturais nas miofibrilas musculares (OFSTAD et al., 1995).

Como neste experimento os peixes foram coletados diretamente do rio Paraguai as diferenças observadas no peso dos animais podem ser explicadas por fatores como as diferenças de idade entre os exemplares, estado nutricional, oferta de alimentos e maturação sexual. Entretanto, a época do ano é também um fator a ser considerado e pode ter influenciado nos resultados de peso corporal apresentados.

No mês de agosto podem existir cardumes que estão em deslocamento rio acima para realizarem a reprodução no curso superior dos rios da bacia pantaneira. Os animais, neste caso, estão com suas reservas de energia presentes, estocadas principalmente na forma de gordura cavitária e em menor escala gordura intramuscular. Já no mês de novembro os peixes atingem o curso superior dos rios e iniciam o processo de reprodução

(RESENDE et. al, 1996), neste caso, as reservas de gordura podem ser maiores ou menores que agosto, dependendo do estágio de migração em que se encontram.

Como o ciclo reprodutivo dos peixes é um processo dinâmico e pode ser influenciado pela altura do leito do rio e regime pluviométrico é possível, principalmente em novembro, que existam cardumes retardatários ainda subindo o curso do rio Paraguai, enquanto outros estão em fase de reprodução no curso superior.

Assim, neste experimento, a idade dos peixes, a fase que se encontram do ciclo sexual e o estado nutricional e também a dinâmica de cheia e vazante da bacia do rio Paraguai podem ter influenciado o peso final registrado nas amostras.

Os comprimentos verificados em todos os exemplares coletados estão de acordo com a legislação de pesca vigente em relação ao tamanho mínimo de captura (MATO GROSSO DO SUL, 2000). RESENDE et al. (1996) afirmam que para os cacharas a maturação sexual ocorre aos 73 cm para as fêmeas e 64 cm para os machos. Tanto nas coletas de agosto quanto novembro, todos os exemplares coletados de peixes cachara eram adultos .

Nos barbados o tamanho mínimo de captura é 60 cm. Neste caso, diferentemente de cachara que tanto em agosto quanto novembro os peixes estavam mais de 10 cm acima do tamanho mínimo (80 cm), o comprimento médio do mês de agosto foi 76 cm e em novembro, 64 cm. Esta diferença de comprimentos entre as amostragens pode indicar diferenças de idade entre os barbados coletados em agosto, aparentemente com mais idade e novembro, mais jovens, com média apenas 4 cm acima do mínimo permitido pela legislação. Entretanto, estas diferenças podem também ser creditada a outros fatores ambientais e nutricionais.

Já nos pacus, os exemplares coletados diferiram pouco entre os meses de agosto (49 cm) e novembro (45 cm). Esses comprimentos estão próximos ao tamanho mínimo de captura preconizado (45 cm), principalmente em novembro, que em primeira análise, podem indicar exemplares ainda jovens da espécie. No caso dos palmitos, pela inexistência de informações na literatura não foi possível estabelecer relação entre idade e o comprimento observado na amostragem.

As médias de pH final estão dispostas na tabela 1 e observamos que ocorreu interação significativa ( $p < 0,05$ ). Nas comparações entre épocas em cada espécie, somente o pacu apresentou valor superior no mês de novembro.

Neste mês o comprimento médio do grupo pacu foi de apenas 45 cm, onde os exemplares praticamente não diferiram em comprimento. O peso corporal foi 1,4 Kg. Esses valor pode indicar a presença de animais jovens. Segundo Trippel (1995) peixes mais jovens apresentam uma tendência ao estresse e este fator pode determinar um maior consumo de glicogênio e conseqüentemente menor reserva da molécula no *post mortem*. Desta forma, os peixes coletados em novembro teriam acumulado menos ácido láctico intramuscular e assim, seu pH seria significativamente maior que a amostragem de agosto.

**Tabela 1** - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para o variável dependente pH, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).

Espécie <sup>(2)</sup>	Época de Captura <sup>(1)</sup>					
	Agosto*			Novembro *		
	n	Média	IC(95%)	n	Média	IC(95%)
Barbado	10	6,31 bA	6,24-6,38	10	6,35-bA	6,29-6,42
Cachara	10	6,29-bA	6,22-6,36	10	6,36-bA	6,29-6,43
Pacu	10	6,31-bA	6,24-6,38	08	6,55-aB	6,48-6,63
Palmito	09	6,57-aA	6,50-6,64	07	6,54-aA	6,46-6,62

\* Agosto: rio em início de vazante e novembro vazante em estágio mais avançado.

(1) Médias da linha seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

(2) Médias da coluna seguidas de diferentes letras minúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

Nas comparações entre espécies e época, o palmito apresentou valor superior em relação às demais espécies ( $p < 0,05$ ), que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) no mês de agosto. Entretanto no mês de novembro, palmito e pacu apresentaram valores semelhantes ( $p > 0,05$ ) e superior que as demais espécies ( $p < 0,05$ ).

Pode-se observar que as médias de pH de cachara e barbado foram semelhantes entre si em agosto e novembro e diferentes de palmito e pacu, exceto a média de agosto do grupo pacu que não diferiu de cachara e barbado. A semelhança do valor de pH nos filés de cachara e barbado podem ser explicados pela sua proximidade filogenética, que é

maior entre eles quando comparados com palmito e pacu (BRITSKI, 1999). A maior proximidade filogenética pode explicar semelhanças estruturais no músculo dessas espécies, tanto em sua proporção de fibras musculares quanto na resposta bioquímica ao estresse da captura, características fundamentais na determinação do pH final dos filés.

Em relação ao pH dos palmitos, pode-se observar que está acima da média das demais espécies, em torno de 6,5 contra 6,3 das outras. Não há dados científico sobre a nutrição, fisiologia e bioquímico muscular suficiente para explicar essa diferença.

A característica perda por cozimento foi à única em que os efeitos de espécie e época do ano foram independentes. Entre as espécies ocorreram diferenças ( $p < 0,05$ ), as menores médias foram para o palmito e o pacu, os quais não diferiram entre si, o barbado apresentou médias intermediárias, sendo a maior média obtida para o cachara (Tabela 2).

**Tabela 2** - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por cozimento, conforme a época de captura e a espécie, em filés de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).

Espécie <sup>(1)</sup>	Época de Captura <sup>(2)</sup>						Total		
	Agosto *			Novembro *			n	Média	IC(95%)
	n	Média	IC(95%)	n	Média	IC(95%)			
Barbado	10	21,44	19,34- 23,53	10	16,49	14,40-18,58	20	18,96 ab	17,48-20,44
Cachara	10	22,34	20,24-24,43	10	18,01	15,81-20,22	20	20,17 a	18,66-21,69
Pacu	10	20,37	18,28-22,46	08	14,63	12,29-16,97	18	17,50 b	15,93-19,07
Palmito	09	17,82	15,61-20,02	07	17,16	14,66-19,66	16	17,49 b	15,82-19,15
Total	39	20,49 A	19,43-21,55	35	16,57 B	15,43-17,72			

\* Agosto: rio em início de vazante e novembro vazante em estágio mais avançado.

(1) Médias da linha seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

(2) Médias da coluna seguidas de diferentes letras minúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

O aquecimento promove aumento da perda de água até 45°C, uma diminuição entre 45°C e 50°C, permanecendo relativamente constante em temperaturas acima desta, como os 70°C utilizados neste experimento. Pontos isoeletricos distintos e a exposição diferenciada durante o aquecimento de sítios ativos em domínios hidrofílicos das proteínas musculares podem explicar diferenças entre as perdas de cozimento entre as

espécies (OFSTAD et al. 1996a). Aquelas espécies em que as proteínas têm seus sítios hidrofílicos mais afetados pelo calor tendem a perder mais água.

Já as diferenças na mesma espécie em épocas do ano diferentes (agosto e novembro) podem ser explicadas pela condição corporal, onde a menor relação proteína/gordura pode determinar menor perda porcentual de água durante o cozimento, pois havendo menor quantidade de proteína também haverá, proporcionalmente, menos sítios ativos hidrofílicos com potencial para perda de água.

Para a variável perda por exsudação os valores médios de pacu e palmito foram semelhantes entre si e inferiores aos do barbado e cachara no mês de agosto. No mês de novembro as espécies não diferiram entre si. Houve redução dos valores médios de agosto para novembro para o barbado e cachara (Tabela 3).

**Tabela 3** - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por exsudação, conforme a época de captura e a espécie, em filés de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).

Espécie <sup>(2)</sup>	Época de Captura <sup>(1)</sup>					
	Agosto*			Novembro*		
	n	Média	IC(95%)	n	Média	IC(95%)
Barbado	10	5,14 aA	3,94-6,33	10	2,80 aB	1,60-3,99
Cachara	10	5,19 aA	3,99-6,38	10	3,33 aB	2,07-4,59
Pacu	09	3,36 bA	2,11-4,62	04	3,62 aA	1,73-5,50
Palmito	05	3,07 bA	1,38-4,76	07	4,47 aA	3,04-5,90

\* Agosto: rio em início de vazante e novembro vazante em estágio mais avançado.

(1) Médias da linha seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

(2) Médias da coluna seguidas de diferentes letras minúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

Novamente, como no caso do valor de pH, observam-se semelhanças do padrão de perdas de água por exsudação em barbado e cachara. A maior proximidade filogenética dessas espécies em relação ao pacu e ao palmito podem indicar também a maior proximidade entre os parâmetros de qualidade da carne.

Interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre espécies e época de captura foi encontrada na análise da variável perda por pressão (Tabela 4). Os valores médios de perda por pressão

reduziram de agosto para novembro para cachara, palmito e barbado, porém para este último a diferença não foi significativa, a que pode estar associado ao tamanho amostral ou a grande variação. No pacu embora não haja diferença significativa, houve um aumento do valor médio.

No caso das perdas de água por pressão, diferentemente da perda por exsudação, que existe influência da refrigeração e da perda por cozimento que tem influência do aquecimento a perda por pressão é consequência da intervenção mecânica nos filés. Por este motivo, não está influenciando somente alterações de conformação química decorrentes de desnaturação.

Nesta situação pode ocorrer dano estrutural na carne, e como observa-se em valores percentuais, sobre a pressão de uma massa de 10 Kg, peso comum em pilhas de estocagem de carnes, onde ocorreram as maiores perdas de água, com todas as médias acima de 30%. Neste caso, não se aplicou o observado no pH e perda por exsudação, onde há menor dano estrutural, em que cacharas e barbados apresentaram resultados significativamente semelhantes. Também foi observado que somente o grupo pacu sofreu significativamente menos perdas de água por pressão, e mesmo assim, somente em agosto. Estudos com proteínas musculares estruturais, como a miosina e a titina podem ser conduzidos para tentar elucidar o ocorrido.

**Tabela 4 - Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por pressão, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).**

Espécie <sup>(2)</sup>	Época de Captura <sup>(1)</sup>					
	Agosto*			Novembro*		
	n	Média	IC(95%)	n	Média	IC(95%)
Barbado	10	37,04 aA	34,97-39,12	10	35,14 aA	33,06-37,21
Cachara	10	38,84 aA	36,76-40,92	10	34,83 aB	32,64-37,02
Pacu	10	32,41 bA	30,34-34,49	08	34,12 aA	31,80-36,44
Palmito	09	39,33 aA	37,14-41,52	07	34,07 aB	31,59-36,55

\* Agosto: rio em início de vazante e novembro vazante em estágio mais avançado

(1) Médias da linha seguidas de diferentes letras maiúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

(2) Médias da coluna seguidas de diferentes letras minúsculas diferem estatisticamente entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

A perda de água nos filés tem relação direta com o pH, onde quanto maior o valor de pH existe a tendência de menor desnaturação protéica e conseqüentemente maior retenção de água. De fato, a pressão e o calor exercem influência sobre a capacidade de retenção de água do pescado (CRA). Este por sua vez é um importante parâmetro de avaliação da qualidade da matéria-prima para o processamento industrial de carnes em geral.

RORA et al., (2005) estudaram a CRA, avaliando diferentes dietas para alimentação de salmão (*Salmo salar*). Neste estudo foi encontrando diferenças na CRA, sendo que esta se apresentou maior em dietas menos calóricas, sugerindo como conseqüência da composição de ácido graxos diferentes, possivelmente interferindo na oxidação lipídica. Esses valores de CRA encontrada nesse estudo pela diferença na alimentação empregada, podem também ser um dos motivos pelas variações significativas também presente em nosso estudo, pois, nos meses de agosto e novembro (utilizados para coletas) o tipo de alimento e a oferta dos mesmos é bastante distinto devido ao regime hidrométrico (RESENDE et al.,1996).

Em outro estudo OSFTAD et al. (1996b) avaliou o efeito das mudanças estruturais no pós-morte no músculo em espécies diferentes (utilizou o bacalhau e o salmão) tomando como uma das características a serem observadas a CRA, onde o salmão apresentou uma maior CRA. O autor sugere que a maior CRA do salmão foi relacionada às características estruturais específicas da espécie e à melhor estabilidade das proteínas do músculo. As variações que ocorreram no bacalhau foram explicadas na maior parte pelas variações no pH. A perda líquida severa no bacalhau foi devido a uma desnaturação, induzidos por baixos valores de pH.

A tendência predominante de menor perda de água no mês de novembro em relação a agosto pode ser decorrência de muitos fatores. Maior conteúdo de gordura corporal e elevação do pH intramuscular em decorrência de um maior estresse durante a captura nesse mês em função do estado nutricional ou maturidade sexual são apenas dois exemplos.

Podemos observar neste trabalho que peixes como o barbado e o palmito, ainda pouco utilizados na dieta, demonstram potencial em relação ao processamento, pelo menos em termos de perdas de água, pois apresentam valores próximos de espécies tradicionais, como o cachara e o pacu.

De qualquer forma, mais trabalhos são necessários para confirmar e explicar esses dados, sendo que, em estudos futuros mais variáveis devem ser controladas, como o grau de maturação, qualidade da água e condições climáticas, pois esses fatores e outros, além da variabilidade genética podem estar envolvidos na determinação do melhor ou pior potencial para o aproveitamento agroindustrial de pescado oriundo de espécies nativas obtidas pelo extrativismo, que apresenta dificuldades na padronização da matéria-prima em função das espécies coletadas e da época do ano em que ocorre a captura.

#### 4. CONCLUSÕES

Há interação entre época de captura e espécies para as variáveis pH, perda por pressão e exsudação, ou seja, as diferenças entre espécies dependem da época de captura e vice-versa, nas respectivas características.

Não há interação entre época de captura e espécies para perda por cozimento.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITSKI, H. A. 1999. *Peixes do Pantanal – Manual de identificação*. Brasília:Embrapa. 184p.

CASON, J. A.; LYON, C. E.; PAPA, C. M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. *Poultry Science*, 76: 725 - 787, 1997.

JONSSON, A.; SIGURGISLADOTTIR, S.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTBERGSSON, K. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. *Aquaculture Nutrition*, 81: 81-89, 2001.

LAKSHMANAN, R.; PARKINSON, J. A.; PIGGOTT, J. R. High-pressure processing and water-holding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). *Lebensmittel-Wissenschaft und- Technologie*, 40: 544 -551, 2007.

MATO GROSSO DO SUL. *Decreto Estadual n. 9768 de 13/01/2000*.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R. L.; HERMANSSON, A. M. Liquid-holding capacity and structural changes in comminuted salmon (*Salmo salar*). Muscle as influenced by pH, salt and temperature. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 28: 329- 339, 1995.

OFSTAD, R.; KIDMANB, S.; MYKLEBUSTC, R.; OLSEN, R.; HERMANSSONB, A. M. Factors influencing liquid-holding capacity and structural changes during heating of comminuted cod (*Gadus morhua* L.) muscle. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 9(1-2): 173 - 183, 1996a.

OFSTAD, R.; EGELANDSDAL, B.; KIDMAN, S.; OLSEN, R.; HERMANSSON, A. M. Liquid Loss as effected by post mortem ultrastructural changes in fish muscle: cod (*Gadus morhua* L) and salmon (*Salmo salar*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71(3): 301 - 312, 1996b.

OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional proprieties. *Journal of Food Biochemistry, Trumbull*, 25(4): 271 - 283, 2001.

PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. Influence of ice storage on ray (*Raja clavata*) wing muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 64(9 - 18), 1994.

RESENDE, E.K. de; CATELLA, A. C.; NASCIMENTO, F. L.; PALMEIRA, S. da S.; PEREIRA, R. A. C.; LIMA, M. de S.; ALMEIDA, V. L. L. de. *Biologia do curimatá (Prochilodus lineatus), pintado (Pseudoplatystoma corruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil*. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP, 1996. 75p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).

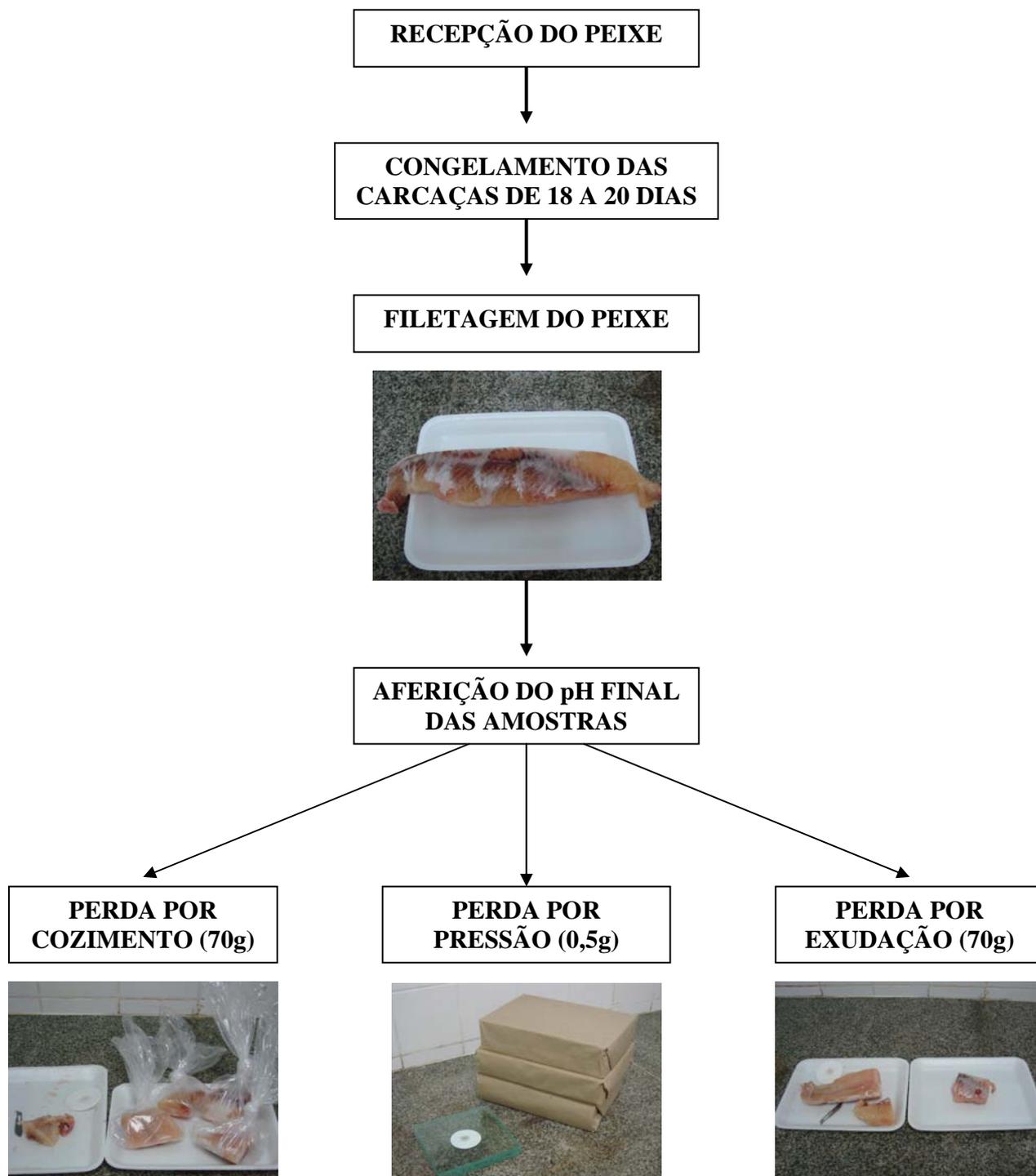
RORA, A. M. B.; BIRKELAND, S.; HULTMANN, L.; RUSTAD, T.; SKÅRA, T.; BJERKENG, B. Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature.. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 38(3): 201 - 211, 2005.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. Em: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS. Florianópolis: AVESUI, 2006.

TRIPPEL, E. A. Age at Maturity as a Stress Indicator in Fisheries. *BioScience*. 45(11): 759-771, 1995.

ZAR, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall. 718p.

**ANEXO 1 - Fluxograma de procedimentos realizados para a execução das análises de perda de por cozimento, pressão e exsudação dos filés de pescado provenientes da Bacia do Rio Paraguai (2006).**



**ANEXO 2 - Imagens ilustrativas de alguns procedimentos para a execução das análises de pH e perda de água por cozimento, exsudação e pressão, realizadas no Laboratório de Alimentos da EMBRAPA Pantanal**



**Anexo 2.1- Imagem do procedimento de aferição do pH final em filé de pescado.**



**Anexo 2.2- Imagem de amostras de filé de pescado acondicionadas em sacos plásticos e dispostas dentro do banho-maria durante o procedimento da análise de perda de água por cozimento.**

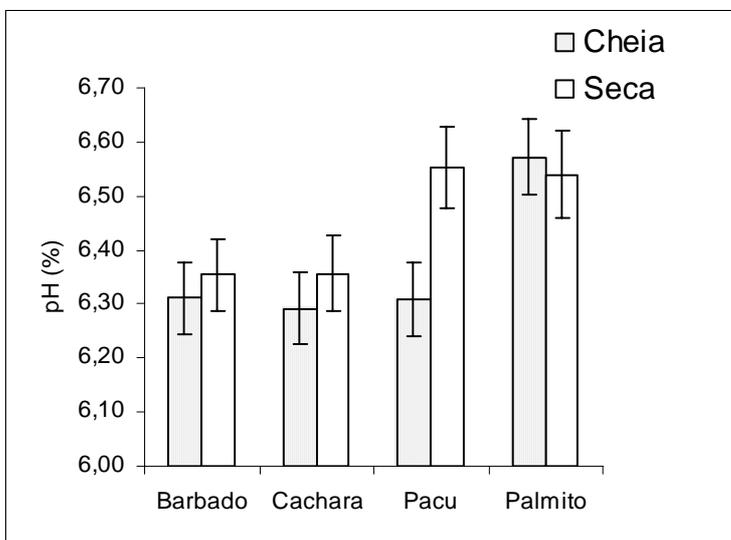


**Anexo 2.3-** Imagem de amostra de filé de pescado acondicionada em bandeja de isopor e recoberto por filme plástico para o início da análise de perda de água por exsudação.

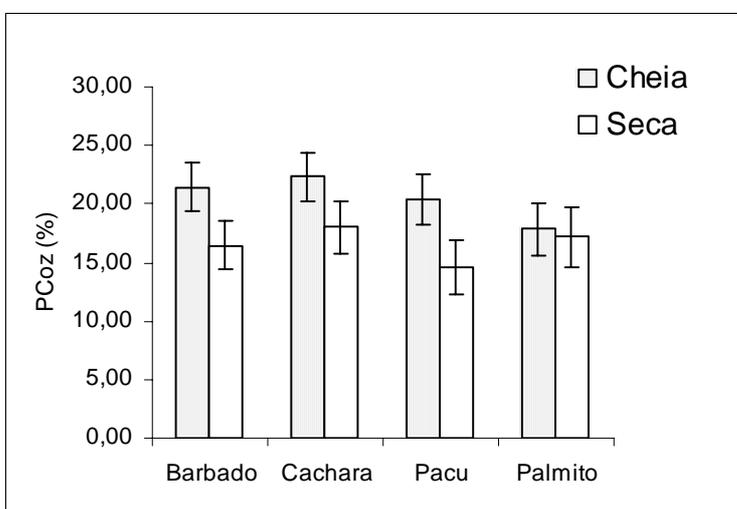


**Anexo 2.4 -** Amostra de filé de pescado disposta no papel filtro sobre a placa de vidro utilizada para a análise de perda de água por pressão.

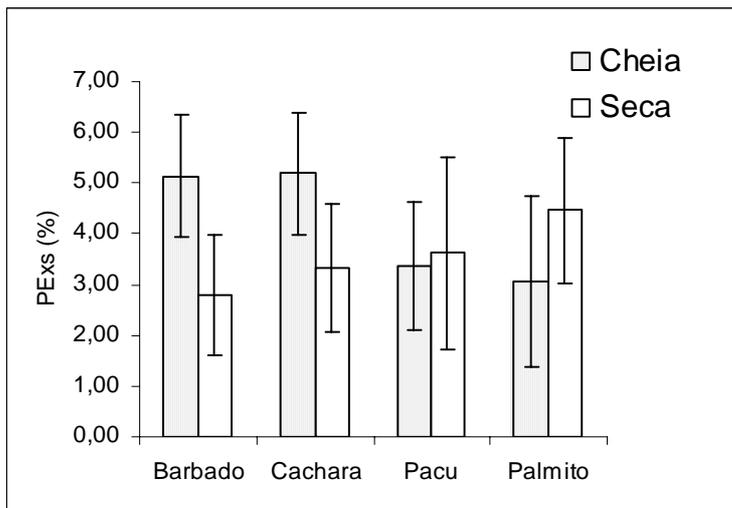
### ANEXO 3 - Médias de mínimos quadrados estimados para as variáveis dependentes



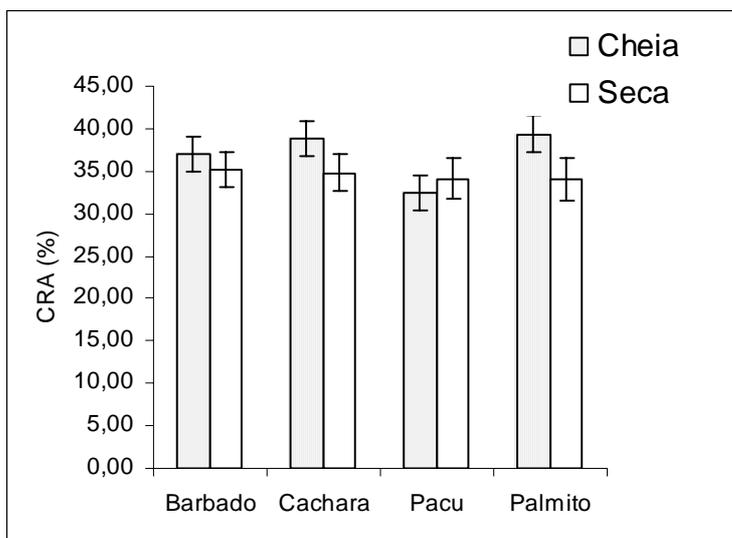
**Anexo 3.1-** Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente pH, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).



**Anexo 3.2-** Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por cozimento, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).



**Anexo 3.3-** Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por exsudação, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).



**Anexo 3.4-** Médias de mínimos quadrados estimados por ponto e por intervalo de confiança de 95% para a variável dependente perda por pressão, conforme a época de captura e a espécie, em filé de pescado proveniente da Bacia do Rio Paraguai (2006).