

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULIANA POLA DURÃES

**Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de
bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade
durante estocagem sob congelamento**

Pirassununga

2009

JULIANA POLA DURÃES

Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elisabete Maria Macedo Viegas.

Pirassununga

2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
da Universidade de São Paulo

D947o Durães, Juliana Pola
Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento / Juliana Pola Durães. -- Pirassununga, 2009.
71 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientadora: Profa. Dra. Elisabete Maria Macedo Viegas.

1. Carne mecanicamente separada
2. *Clarias gariepinus*
3. *Fishburger*
4. Estabilidade ao congelamento
5. Tecnologia de pescado. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Nadir, pelos esforços para me proporcionar uma boa educação, pelo amor e pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

À minha orientadora, Professora Elisabete, pela orientação, ensinamentos e convivência antes e durante o período do mestrado.

Ao meu Professor Carlo Rossi Del Carratore, pela amizade, ensinamentos, sugestões e pelo apoio durante a graduação e em todos os momentos do mestrado.

Aos meus amigos Pamela e Paulo pela amizade, pelos momentos de apoio e ao Paulo por estar sempre comigo durante as análises, ajudando em todas as fases do mestrado.

Ao meu companheiro de todas as horas, Rodrigo, pelo carinho, amizade, paciência e apoio em todos os momentos.

Ao técnico do Laboratório de Aqüicultura, Apolinário, pelo auxílio no processamento, nas análises e pela amizade concedida.

Ao Professor Dr. Carlos Augusto Fernandes de Oliveira por ceder o Laboratório de Microbiologia e Micotoxicologia de Alimentos para execução das análises microbiológicas e, em especial à técnica Roice Eliana Rosim pela ajuda que foi essencial, durante o período de análises microbiológicas.

Ao Professor Dr. Júlio César de Carvalho Balieiro pela colaboração com as análises estatísticas.

Às Professoras Dr^a Judite Lapa Guimarães e Dr^a Mariza Pires de Melo pelas sugestões ao presente estudo.

Aos funcionários do Abatedouro Escola da FZEA/USP pelo auxílio no processamento dos peixes e pela disposição de sempre ajudar.

Aos meus amigos de pós-graduação pelos momentos de descontração, amizade e apoio.

À Universidade de Marília pela doação dos peixes, à KRAKI[®] pela doação do condimento e à IBRAC[®] pela doação do crioprotetor e antioxidantes utilizados neste estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida.

RESUMO

DURÃES, J.P. **Obtenção, caracterização da carne mecanicamente separada de bagre africano (*Clarias gariepinus*) e avaliação de sua estabilidade durante estocagem sob congelamento.** 2009. 71f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

A carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes através do processo de separação mecanizada da parte comestível. O bagre africano (*Clarias gariepinus*) é produzido principalmente nos países africanos e europeus e recentemente foi introduzido na Índia, China e Brasil, destinados exclusivamente ao consumo. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar a CMS de bagre africano e avaliar sua estabilidade durante o armazenamento a -18°C. Foi determinado o rendimento do processo de obtenção da CMS e a estabilidade foi acompanhada por seis meses com relação a aspectos microbiológicos e físico-químicos (TBARS, BVT, pH e *drip*), de três tratamentos (A - CMS sem lavar, B - CMS com uma lavagem e C - CMS com duas lavagens). No início e após 90 e 180 dias de armazenamento sob congelamento, as CMS foram utilizadas para elaboração de *fishburgers*, os quais foram avaliados microbiológica e sensorialmente. A lavagem promoveu mudanças na composição centesimal da CMS, principalmente o aumento do teor de umidade e diminuição dos teores de proteína bruta. Durante o período de estocagem, as CMS mantiveram-se estáveis independentemente da lavagem. Foi observado rendimento da CMS, de aproximadamente 50% em relação ao peixe inteiro. A CMS com duas lavagens apresentou maior umidade (84,26%) que as CMS com uma lavagem (78,52%) e sem lavar (78,42%), ocorrendo também perda de proteína, lipídeos e cinzas, pela lixiviação desses compostos. Os teores de BVT mantiveram-se estáveis durante o período de armazenamento diferindo apenas entre os tratamentos, sendo que a CMS sem lavar apresentou maior valor médio (15,79 mg BVT/100g) que as CMS com uma (5,46 mg BVT/100g) e duas lavagens (2,61mg/100g). No dia zero, o maior valor de TBARS foi encontrado na CMS sem lavar (0,216 mg malonaldeído/kg), ao passo que nas CMS com 1 e 2 lavagens os valores foram respectivamente de 0,083 e 0,099 mg malonaldeído/kg, indicando que a lavagem

causou lixiviação da maior parte dos compostos responsáveis pela oxidação lipídica. A legislação brasileira não indica um limite de oxidação lipídica avaliado pelo método de TBARS para CMS de pescado, porém os valores encontrados no final do período de estocagem (0,405; 0,511 e 0,420 mg malonaldeído/kg) para as CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens respectivamente são baixos e indicam pouca oxidação. Os parâmetros microbiológicos da CMS e do *fishburger* se mantiveram de acordo com a legislação brasileira. Os *fishburgers* foram muito bem aceitos pelos provadores e o *fishburger* elaborado com CMS com uma lavagem foi melhor avaliado quanto à aceitação global. As pequenas alterações ocorridas durante o período de armazenamento não afetaram a qualidade da CMS, indicando viabilidade para formulação de produtos com CMS estocada congelada por 180 dias. O processamento de bagre africano na forma de CMS pode ser uma alternativa para aproveitamento de uma espécie sub-utilizada, gerando produtos da piscicultura com valor agregado.

Palavras-chave: carne mecanicamente separada; *Clarias gariepinus*; *fishburger*; estabilidade ao congelamento; tecnologia de pescado.

ABSTRACT

DURÃES, J.P. **Obtaining, characterization of african catfish (*Clarias gariepinus*) minced fish and stability evaluation under frozen storage.** 2009. 71f. M.Sc. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

Minced fish (CMS) is a product obtained from only or several fish species through the mechanical separation of edible section. African catfish is produced mainly in African and European countries and recently was introduced in India, China and Brazil, destined exclusively to consumption. The aim of the present study was to obtain and characterize the African catfish minced and evaluate the stability during the period of storage under -18°C . Minced fish process yield was determined and the stability was measured for six months concerning microbiological and physico-chemical analysis (TBARS, BVT, pH and drip), from three treatments (A – CMS unwashed, B – CMS washed once and C – CMS washed twice). The beginning and after 90 and 180 days of frozen storage, the CMS was utilized for preparation of fishburger, that was evaluated for microbiological and sensorial analysis. The CMS washing process promoted changes in centesimal composition, mainly the increase of the moisture and decrease of total protein. During the storage period, the CMS kept the stability apart of washing process. The minced fish process yield was approximately 50% respecting whole fish. The CMS washed twice showed higher moisture (84,26%) than the CMS washed once (78,52%) and CMS unwashed (78,42%), occurring waste of protein, lipid and ash, by washing. During the storage, the BVT kept stable, disagree between the treatments, and the CMS unwashed exhibit higher mean value (15,79 mg BVT/100g) than CMS washed once (5,46 mg BVT/100g) and CMS washed twice (2,61mg/100g). At the zero day, the bigger value of TBARS was determined in CMS unwashed (0,216 mg malonaldeído/kg), but in CMS washed once and twice, the values were 0,083 e 0,099 mg malonaldeído/kg respectively, signify that the washing process induced removal the majority part of compounds responsible by the lipidic oxidation. The Brazilian legislation do not indicate a limit of CMS lipid oxidation evaluated by TBARS method, however the values at the end of the storage (0,405; 0,511 e 0,420 mg malonaldeído/kg) for CMS without, with one

and with two washing are low and indicate low oxidation. The CMS and the fishburger microbiological parameters kept agreed with Brazilian legislation. The fishburgers was accepted by the samplers and the fishburger elaborated with CMS washed once was better evaluated to general acceptability. The changes occurred during the period of storage have not affect on CMS quality, indicating availability to products formulated by CMS with 180 days of frozen storage. The CMS process of african catfish can be a alternative to employment of a specie under-utilized, creating aquaculture products with aggregated value.

Key-words: minced fish; *Clarias gariepinus*; fishburger; frozen stability; fishing technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplar de bagre africano (<i>Clarias gariepinus</i>).	25
Figura 2 – Exemplar de bagre africano decapitado e eviscerado.....	25
Figura 3 – Exemplos de bagres africanos decapitados, eviscerados e sem pele. .	26
Figura 4 - Despoldadeira mecânica.....	26
Figura 5 - CMS sem lavar (A) e com 1 lavagem (B).....	27
Figura 6 - Ficha de análise sensorial usada no teste de ordenação do experimento preliminar.....	30
Figura 7 - Fluxograma de obtenção da CMS da carne de bagre africano.....	33
Figura 8 - Ficha de análise sensorial usada no teste de aceitação do experimento. .	38
Figura 9 - Valores de BVT (mg BVT/100g) das CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens de bagre africano durante o período de armazenamento.	48
Figura 10 - Valores de pH das CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens de bagre africano durante o período de armazenamento.	49
Figura 11 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg) nas CMS de bagre africano sem lavar, com 1 e com 2 lavagens durante o período de estocagem.	50
Figura 12 - Valores de drip (%) nas CMS de bagre africano sem lavar, com 1 e com 2 lavagens durante o período de estocagem.	53
Figura 13 – Amostras de <i>fishburgers</i> elaborados com CMS sem lavar, uma lavagem e duas lavagens (da esquerda para a direita) depois de frito.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade dos ingredientes (%) utilizados para as formulações dos <i>fishburgers</i> para o experimento preliminar (Etapa 1).	28
Tabela 2 - Quantidade dos ingredientes (%) utilizados para formulação dos <i>fishburgers</i> para o experimento (Etapa 2).	34
Tabela 3 - Valores de peso total, peso médio e rendimento em carne na obtenção da CMS de bagre africano, no experimento preliminar.	40
Tabela 4 - Valores médios da composição centesimal das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano, no experimento preliminar.	41
Tabela 5 - Valores médios da composição centesimal do <i>fishburger</i> de bagre africano, no experimento preliminar.	41
Tabela 6 - Contagem total em placas de psicotróficos (log UFC/g) avaliados nas CMS lavadas e não lavadas de bagre africano, no experimento preliminar.	42
Tabela 7 - Somatório dos julgamentos dos provadores das amostras de <i>fishburgers</i> de CMS de bagre africano no teste de ordenação no experimento preliminar.	43
Tabela 8 - Valores de peso total, peso médio e rendimento em carne na obtenção da CMS de bagre africano.	44
Tabela 9 - Valores médios da composição centesimal das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.	45
Tabela 10 - Contagem total em placas de psicotróficos (log UFC/g) avaliados nas CMS lavadas e não lavadas de bagre africano durante o período de armazenamento.	54
Tabela 11 - Valores médios da composição centesimal dos <i>fishburgers</i> lavados e não lavados de CMS de bagre africano.	55

Tabela 12 - Contagens totais em placa de psicrotróficos (log UFC/g) avaliadas nos <i>fishburgers</i> obtidos das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano durante o período de armazenamento.	56
Tabela 13 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo odor dos <i>fishburgers</i> com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.....	57
Tabela 14 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo cor dos <i>fishburgers</i> com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.....	58
Tabela 15 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo sabor dos <i>fishburgers</i> com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.....	59
Tabela 16 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo textura dos <i>fishburgers</i> com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.....	60
Tabela 17 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo aceitação global dos <i>fishburgers</i> com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC= Association of Official Analytical Chemists

APHA=American Public Health Association

BVT= bases voláteis totais

CMS = Carne Mecanicamente Separada

DHA = Ácido docosahexaenóico

EPA = Ácido eicosapentaenóico

FAO = Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

hab= habitantes

IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

log= logaritmo

M = molaridade

NMP= Número Mais Provável

pH= potencial hidrogeniônico

TBARS = Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

ton= tonelada

UFC= Unidade formadora de colônias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. O bagre africano como matéria-prima	15
2.2. Composição química do pescado	16
2.3. Elaboração da Carne Mecanicamente Separada (CMS)	18
2.3.1. Lavagem da CMS.....	19
2.4. Armazenamento sob congelamento	19
2.4.1. Desnaturação de proteínas	20
2.4.2. Qualidade dos lipídeos.....	21
2.5. Descongelamento	22
2.6. Produtos originados da CMS de pescado.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Etapa 1 - experimento preliminar	24
3.2. Etapa 2 - experimento.....	30
3.2.1. Local, matéria-prima e obtenção da CMS	30
3.2.2. Análises laboratoriais de caracterização de estabilidade da CMS	31
3.2.3. Processamento dos <i>fishburgers</i>	34
3.2.3. Análises microbiológicas	34
3.2.3.1. Preparo das amostras	35
3.2.3.2. <i>Salmonella spp</i>	35
3.2.3.3. <i>Staphylococcus aureus</i> coagulase positiva	35
3.2.3.4. Psicrotróficos	36
3.2.3.5. Coliformes a 35 e 45°C.....	36
3.2.4. Avaliação sensorial	36

3.2.5. Análises estatísticas.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Etapa 1 - experimento preliminar.....	40
4.2. Etapa 2 – experimento final	43
4.2.1. Rendimento.....	43
4.2.2. Composição centesimal da CMS	44
4.2.3. Estabilidade durante a estocagem sob congelamento da CMS	47
4.2.4. Composição centesimal dos <i>fishburgers</i>	54
4.2.5. Análises microbiológicas dos <i>fishburgers</i>	55
4.2.6. Análise sensorial dos <i>fishburgers</i>	56
5. CONCLUSÃO	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

1. INTRODUÇÃO

A aqüicultura é uma atividade destinada a produzir alimentos de alto valor nutritivo, e é considerada um dos sistemas de produção de alimentos que mais cresce no mundo e, que poderá contribuir muito com a crescente demanda mundial de pescado neste milênio (SOUZA, 2002). A produção de pescado é uma excelente alternativa para incrementar os índices de consumo de proteínas de origem animal e um importante fator de desenvolvimento sócio-econômico para o país. A tecnologia de pescado constitui um instrumento que uma vez bem empregado pela indústria é capaz de gerar produtos que atendam as necessidades dos consumidores (MACEDO-VIEGAS; SOUZA, 2004).

De acordo com a FAO (2008), em 2006 a aqüicultura foi responsável pela produção mundial de 143,6 milhões de toneladas de pescado, sendo 110 milhões de toneladas destinadas ao consumo humano. A aqüicultura continua a ser o setor de produção que mais cresce, com fornecimento per capita de pescado passando de 0,7 kg em 1970 para 7,8 kg em 2006, com média de crescimento anual de 6,9%. Segundo dados do IBAMA no Brasil, a produção de pescado estimada em 2006 foi de 1.050.808 toneladas, cujo valor corresponde a R\$3.294.604.130,05, sendo que a pesca extrativa marinha corresponde mais da metade da produção (527.871,5 ton.) e a aqüicultura continental com somente 191.183,5 ton. O crescimento na produção total de pescado em 2006 foi de 4,1% maior, em relação a 2005 (IBAMA, 2008).

Considerando que a demanda de produtos alimentícios será cada vez maior, principalmente para aqueles com proteína de alto valor nutricional e valor tecnológico agregado (SIMÕES et al., 1998), a industrialização é tida como um fator importante para o incremento na demanda de peixes cultivados. Portanto a geração de conhecimentos referentes às características tecnológicas, vida útil, processos, aproveitamento e tratamento dos resíduos, distribuição e estocagem do pescado de água doce criado em cativeiro é de fundamental importância (GRYSCHKEK, 2001).

Com a priorização no Brasil, de processamento de peixes de cultivo, na forma de filés congelados, a geração de resíduos com carne que normalmente são descartados é muito grande, causando problemas ambientais. Neste sentido, alternativas de utilização destes resíduos têm sido extensivamente estudadas (VIDOTTI et al., 2002, 2003; OLIVEIRA et al., 2006; SEIBEL, 2003). Assim sendo, o

processo de separação mecânica da carne do pescado é uma possibilidade de utilização de espécies sub-utilizadas e de resíduos de filetagem o que poderá contribuir para a diversificação de produtos de pescado (KIRSCHNIK; MACEDO VIEGAS, 2009).

Pelo fato do bagre africano ser uma espécie de baixa aceitação no Brasil e a falta de dados sobre produtividade e processamento propõe-se melhor aproveitamento desta espécie, agregando valor a seus produtos, utilizando-se a máquina separadora de carne e ossos para obtenção da carne mecanicamente separada CMS e posteriormente a sua utilização na formulação de *fishburger*.

Este estudo teve por objetivos obter a carne mecanicamente separada (CMS) de bagre africano; determinar o rendimento do processo de obtenção da CMS; estudar sua estabilidade sob congelamento após uma ou duas lavagens, e avaliar sua aplicabilidade em uma formulação de *fishburger* por meio de avaliação sensorial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O bagre africano como matéria-prima

De acordo com Ribeiro e Pavanelli (2001) o bagre africano (*Clarias gariepinus*) pertence à ordem dos Siluriformes, da família *Clariidae*, e conforme Ribeiro (2001) com distribuição geográfica da Ásia menor ao sul da África. Os peixes chamados de siluriformes são aqueles que apresentam o corpo revestido de couro, em geral têm cabeça enfeitada por barbas compridas, sempre dispostas aos pares; tendo como representantes nacionais: jaú, piraíba, pintado, cachara, bagres, jundiá, mandi entre outros (ANZUATEGUI; VALVERDE, 1998).

O bagre africano tem como característica ser um peixe robusto, de corpo alongado, sem escamas, com cabeça óssea ligeiramente achatada e que tem a capacidade de respirar fora da água. Possui hábito alimentar onívoro e normalmente habita o leito de rios e lagos turbidos. Sua carne possui boas quantidades de vitaminas, proteínas e minerais, com pouco ou nenhum teor de gordura saturada e baixo teor de carboidrato (ERSOY; OZEREN, 2009). As razões para o sucesso da criação do bagre africano são sua rusticidade devido à fácil adaptação às mudanças no clima e na qualidade da água. Além disso, a concentração de oxigênio dissolvido não é um fator limitante, pois são peixes que têm a capacidade de respirar oxigênio atmosférico (OZÓRIO et al., 2004), pelos órgãos arborescentes, que estão no interior da abertura branquial, sobre os cinco arcos que formam as brânquias (ANZUATEGUI; VALVERDE, 1998).

O bagre africano é cultivado principalmente nos países africanos e europeus e recentemente foi introduzido na Índia, China e Brasil (OZÓRIO et al., 2004). Souza et al., (1999) citam que o bagre africano cultivado em pisciculturas no Paraná é despescado com peso a partir de 650g para a comercialização em forma de postas ou peixes inteiros. Em 2005, a produção brasileira de bagre africano foi de 224 ton., sendo que a produção do Espírito Santo foi de 115 ton., do Rio de Janeiro foi 12 ton., e de Santa Catarina foi de 97 ton. (IBAMA, 2007). Segundo Ozório et al., (2004), a produção mundial desta espécie é destinada exclusivamente ao consumo. A partir de meados da década de 90 o mercado ressurgiu e, com ele novas fazendas em toda a Europa. Em 1999, a produção européia superou 1.900 toneladas, e no ano de 2001 chegou a 3.000 toneladas. O rendimento em filé é alto (entre 40 a

45%), quando comparado com outros peixes de água doce cultivados (OZÓRIO et al., 2004). O processamento industrial é destinado à obtenção de filés congelados e/ou defumados, sendo este último mais apreciado pelo mercado europeu. Além disso, possui sabor suave, porém com textura firme, ideal para ser usado como peixe de grelha. No entanto, o bagre africano possui como característica indesejável sua anatomia exótica, causando dificuldades de comercialização quando se apresenta como peixe inteiro.

2.2. Composição química do pescado

Os peixes apresentam os mesmos componentes químicos que outros produtos de origem animal, como água, proteínas, lipídeos, que no conjunto formam até 98% do peso total da carne (SIKORSKI, 1990). O que varia entre os animais são os teores relativos de cada componente. A determinação de sua composição química permite classificar os peixes nos grandes grupos de alimentos, de acordo com os teores de umidade, lipídeos, proteínas e minerais. A disponibilidade desta informação auxilia na padronização dos produtos alimentares na base de critérios nutricionais, no fornecimento de subsídios para decisões de caráter dietário, no acompanhamento de processos industriais e pesquisas através de mudanças nos componentes químicos e na seleção de equipamentos certos para otimização econômico-tecnológica (CONTRERAS-GUZMAN, 2002).

Fatores bioecológicos como sexo, estação do ano, tipo de alimentação, etc., influenciam nos teores de lipídeos contidos no pescado variando de 0,2 a 23,7%, e estão associados numa relação inversa com a umidade (TENUTA-FILHO; JESUS 2003). Além disso, a carne do pescado também pode ser considerada um alimento funcional, ou seja, alimento que além dos nutrientes básicos, possui propriedades de prevenção ou diminuição dos sintomas de certas doenças, como doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e vários tipos de câncer. Isto se deve principalmente ao conteúdo de EPA (ácido eicosapentaenóico) e DHA (ácido docosaheptaenóico), conhecidos como ácidos graxos altamente insaturados da família ômega 3 (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002).

O teor de gordura, presente na carne do pescado serve como critério prático para comparações entre as espécies, visto que este composto influi decisivamente na vida útil e na aceitação geral pelos consumidores (CONTRERAS-GUZMAN,

2002). Os ácidos graxos das famílias ômega 3 e ômega 6, com 4 ou mais duplas ligações, atuam em conjunto para regular os processos biológicos do organismo humano (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002), além de contribuírem no desenvolvimento dos neurônios e sinapses e influenciarem a transmissão de sinais entre as células nervosas e as sinapses (SINI et al., 2008).

O músculo do pescado contém geralmente entre 11 e 24% de proteína bruta, dependendo da espécie, do estado nutritivo e tipo de músculo. Três grupos principais de proteínas compõem o músculo: proteínas sarcoplasmáticas, miofibrilares e proteínas dos tecidos conjuntivos, cujas quantidades relativas destes grupos, dependem do desenvolvimento sexual, variando durante o ciclo anual (SIKORSKI, 1994).

As proteínas sarcoplasmáticas são encontradas no sarcoplasma das células, sendo solúveis em água ou extraídas com solventes de força iônica baixa (0,005 a 0,3 M) e constituem de 20 a 30% das proteínas totais do músculo (ZAITSEV et al., 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005). Elas apresentam sensibilidade ao calor, aderindo às proteínas miofibrilares e impedindo a formação do gel de alta elasticidade e capacidade de retenção de água (MARCHI, 1997).

As proteínas miofibrilares são extraídas em soluções salinas neutras com força iônica entre 0,15 e 1,0 M e constituem de 60 a 70% das proteínas do músculo do pescado (VISESSANGUAN et al., 2000). Neste grupo se encontram principalmente a miosina, actina e actomiosina e estão contidas nas células musculares formadoras dos tecidos esqueléticos e em grande parte, responsáveis pelo fenômeno de contração e relaxamento muscular durante a vida e após a morte do pescado (SIKORSKI, 1990; OGAWA; MAIA, 1999). Também influem tecnologicamente nas qualidades culinárias e comerciais das carnes, pois são responsáveis pela capacidade de retenção de água, propriedades emulsificantes, contendo ainda quantidades importantes de aminoácidos essenciais, contribuindo em mais de 70% de suporte protéico (KUHN; SOARES, 2002). As proteínas estromáticas constituem de 2 a 4% do total de proteínas nos peixes teleósteos e até 10% em peixes cartilagosos (CONTRERAS-GUZMÁN, 2002; ORDÓÑEZ et al., 2005; MARCHI, 1997) e são compostas principalmente de colágeno e elastina que constituem as membranas internas e externas da fibra muscular, sendo o colágeno o de maior proporção (4:1) (AYALA, 2002). Estas proteínas são insolúveis em água,

soluções salinas ou alcalinas e constituem o tecido conectivo o qual mantém unidos os miótomos dando firmeza à carne e influenciando sobre as propriedades funcionais e reológicas (PARK; LIN, 2005).

2.3. Elaboração da Carne Mecanicamente Separada (CMS)

O consumo de peixes no Brasil ainda é baixo, em torno de 6 kg/hab./ano. Uma das maneiras de se reverter este quadro seria o uso de mecanismos que estimulem as diferentes formas de apresentação do pescado, uma vez que o consumidor busca alimentos de fácil e rápido preparo (OETTERER et al., 2004; SOUZA et al., 2004).

De acordo com Tenuta-Filho e Jesus (2003) a carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, através do processo de separação mecanizada da parte comestível, gerando partículas de músculo esquelético isenta de vísceras, escamas, ossos e pele. Os resíduos de filetagem, peixes em diferentes estágios de crescimento e espécies sub-utilizadas podem ser utilizados para a produção da CMS. Segundo Moraes e Martins (1981) a aplicação do processo de extração da CMS destaca-se como um processo atraente pela possibilidade de maior recuperação de carne em relação à obtida pelos métodos tradicionais de filetagem diminuindo o custo de produção e a quantidade de resíduo gerada e, além disso, permite a maior possibilidade de diversificação de produtos da indústria pesqueira.

A maioria das máquinas usadas para separação do músculo do pescado tem como unidade básica um tambor perfurado. O sistema operacional mais comum, conhecido como *belt-and-drum*, consiste de uma cinta giratória e de um tambor. O peixe decapitado e eviscerado passa entre a cinta e o tambor, sendo o músculo comprimido para o interior deste último através dos orifícios, cujos diâmetros podem variar de 1 a 7 mm (TENUTA-FILHO; JESUS, 2003), porém o mais utilizado apresenta orifícios de 5 mm de diâmetro (ORDÓÑEZ et al., 2005). No entanto, já existem no mercado, equipamentos cujo sistema é de rosca sem fim, que pressionam o músculo através de um conjunto de discos perfurados que contêm lâminas em seu interior.

O processo de obtenção da CMS causa o rompimento da integridade muscular do pescado, permitindo um contato próximo entre os compostos celulares com o oxigênio do ar (RODRÍGUEZ-HERRERA et al., 2006), favorecendo a oxidação lipídica, o que afeta a coloração, sabor e textura da CMS, tornando-a mais propensa à rancidez oxidativa e, portanto, sujeita à menor aceitação pelo consumidor (BENJAKUL et al., 2005; MUNASINGHE et al., 2005).

O processo de desossa mecânica da carne do pescado pode promover a incorporação de microrganismos, se estes estiverem presentes na matéria-prima. As dilacerações dos tecidos expõem componentes celulares como aminoácidos e vitaminas, tornando a CMS um excelente meio para desenvolvimento de microrganismos e, portanto, um produto altamente deteriorável (RACCACH; BAKER, 1978; SIMÕES et al., 1998).

2.3.1. Lavagem da CMS

O processo de lavagem da CMS proporciona a remoção de pigmentos, proteínas solúveis, enzimas, parte dos lipídeos e componentes flavorizantes, aumentando a estabilidade e melhorando a cor e o odor (ADU et al., 1983; LANIER, 1986; PARK; LIN, 2005), apesar de causar mudanças nas características físico-químicas da CMS. O volume da água de lavagem, o tempo de contato entre músculo e água, e o número de ciclos de lavagens, a serem usados, dependerão do tipo e preparo da matéria-prima e do nível de remoção necessário para atender aos requisitos de qualidade do produto final (PARK; LIN, 2005). Em geral, uma relação de 3:1 ou 4:1 e três ciclos de lavagem, de 10 minutos cada, são adequados para a maioria das aplicações (LEE, 1986; TENUTA-FILHO; JESUS, 2003; PARK; LIN, 2005). A temperatura de refrigeração da água recomendada é igual ou abaixo de 10°C, para manter as propriedades funcionais das proteínas do tecido do peixe (OETTERER et al., 2004).

Segundo Willes et al., (2004) o conteúdo de lipídeos tende a diminuir após a lavagem, pois os lipídeos que flutuam na superfície do líquido são removidos, bem como a perda de proteína pela lixiviação, a qual pode variar 15 a 30% do total protéico da carne (HUIDOBRO et al., 1998).

2.4. Armazenamento sob congelamento

Peixes e seus derivados podem sofrer mudanças físico-químicas e estruturais durante a armazenagem congelada e a deterioração pode limitar a vida útil e diminuir sua qualidade. Embora o crescimento microbiológico e quase todas as reações químicas possam ser temporariamente retardados com o abaixamento da temperatura, esse processamento pode ser responsável por muitas mudanças físico-químicas que afetam as propriedades funcionais e sensoriais destes produtos (ANESE; GORMLEY, 1996; LEELAPONGWATTANA et al., 2005; RODRÍGUEZ-HERRERA et al., 2006). As principais alterações que ocorrem durante a armazenagem, traduzem-se pela desnaturação de proteínas e a oxidação lipídica (TOKUR et al., 2006), a qual provoca mudanças no odor, cor, sabor (RICHARDS; HULTIN, 2002).

Boa estabilidade durante a armazenagem é fundamental para a qualidade da CMS. O congelamento deve ser realizado por meio de um congelador ultra-rápido, devido à necessidade de ultrapassar o mais rápido possível a faixa de temperatura crítica de -2 a -10 °C (BORDERIAS; TEJADA, 1987), pois nessa faixa de temperatura há uma formação de grandes cristais de gelo, que comprometerão a estrutura da parede das células que compõem o produto, causando perda de nutrientes (ORDÓÑEZ et al., 2005). Para que o produto possa ser armazenado por um período maior, sem que haja perda de qualidade, é importante que a temperatura de armazenagem fique em torno de -20 °C (BORDERIAS; TEJADA, 1987). No entanto, a estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade. As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer mesmo em baixas temperaturas (NEIVA, 2003).

2.4.1. Desnaturação de proteínas

Um dos maiores problemas na estocagem congelada de peixes são as perdas das propriedades funcionais da proteína muscular, tais como capacidade de retenção de água, solubilidade das proteínas e capacidade de formação de gel. A piora na textura durante a estocagem é atribuída pela agregação das proteínas devido à desnaturação das mesmas (MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN, 1999).

O uso de crioprotetores em CMS previne a desnaturação protéica durante a estocagem pelo congelamento. Os crioprotetores são substâncias que possuem capacidade de ligarem-se às cargas da proteína e da água ao mesmo tempo,

conservando maior quantidade de água tanto nos espaços intermoleculares das proteínas miofibrilares, como na superfície das proteínas globulares. São ainda substâncias com cargas negativas que agem no sentido de repelir cargas de mesmo sinal na proteína, evitando aproximação e agregação de moléculas. (SGARBIERI, 1996). Isso reduz a quantidade de água disponível para a formação de macrocristais de gelo, e dessa forma, estabiliza a proteína na sua forma original durante todo período de estocagem. O crioprotetor mais comumente utilizado segundo Oetterer et al., (2004) é o tripolifosfato de sódio, cujo limite máximo permitido em produtos de pescado é de 0,5%.

No estudo para avaliar o efeito protetor de diferentes crioprotetores (8% de sacarose, 4% de sorbitol e 8% de maltodextrina) em *surimi* de Alaska pollock, *Theragra chalcogramma*, Carvajal et al., 1999, concluíram que a maltodextrina possui capacidade de estabilizar as proteínas durante a substituição da sacarose e sorbitol. Além disso, possui como vantagem a possibilidade de diminuição do dulçor no produto e diminuição do custo de produção, devido à maltodextrina ser menos onerosa que a sacarose e o sorbitol.

De acordo com Medina et al., (2009) a interação entre proteínas e lipídeos pode também representar um importante papel na estabilidade e função de tais proteínas. A oxidação lipídica induz a mudanças na estrutura da proteína e através disso influencia na capacidade de retenção de água e na textura. Nesse caso afeta particularmente a proteína miofibrilar que é responsável pela textura e suculência, propriedades importantes no cozimento do músculo e produtos a base de pescado.

2.4.2. Qualidade dos lipídeos

A eliminação de substâncias responsáveis pela alta suscetibilidade à rancidez oxidativa em pescado, através da lavagem da CMS, é um fator que pode dificultar o desenvolvimento da oxidação. De acordo com Al-Bandak et al., (2009) a oxidação lipídica em produtos de pescado conduz à formação de radicais livres e hidroperóxidos. Tais compostos intermediários são instáveis e causam oxidação de pigmentos, *flavor* e vitaminas. Outros compostos, como cetonas, aldeídos, alcoóis e ácidos, são produtos secundários formados durante a oxidação produzindo *off-flavors* e podem interagir com proteínas e produzir mudanças na cor do produto. Segundo Medina et al., (2009) a taxa e o grau da oxidação lipídica nos produtos de

peixe congelados dependem da espécie do peixe, do frescor anterior ao congelamento, da presença ou ausência de ativadores ou inibidores da oxidação. Essa oxidação tende a aumentar com o aumento do tempo e com temperatura de estocagem.

Algumas substâncias adicionadas em microquantidades evitam a oxidação dos lipídeos. Estas substâncias são chamadas antioxidantes. O uso de antioxidantes é um modo efetivo de minimizar ou prevenir a oxidação lipídica em produtos alimentares, retardando a formação de produtos oxidativos tóxicos, mantendo a qualidade nutricional e prolongando a vida de prateleira dos produtos (SÁNCHEZ-ALONSO et al., 2007).

Os produtos da oxidação causam mudanças no sabor e odor, as quais levam a rejeição do pescado pelo consumidor. Há um forte interesse pelas indústrias processadoras de alimentos em desenvolver métodos que minimizem a oxidação lipídica e a rancidez em peixes com maior teor de gordura (MEDINA et al., 2007). Antioxidantes sintéticos têm sido amplamente utilizados para retardar a oxidação lipídica em alimentos, porém é crescente a procura por antioxidantes naturais para uso em alimentos, sendo maior o interesse em identificar extratos de plantas as quais minimizem ou retardem a oxidação (SÁNCHEZ-ALONSO et al., 2007).

Uma das formas utilizadas para se determinar o grau de oxidação lipídica, em pescado, é a análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), que quantifica o malonaldeído, um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formados durante o processo oxidativo (OSAWA et al., 2005; PEARSON et al., 1983). Há evidências de que o malonaldeído e outros produtos da oxidação podem ser carcinogênicos (PEARSON et al., 1983; SUMMO et al., 2006).

2.5. Descongelamento

Segundo Evangelista (2001), o descongelamento de alimentos não é um processo similar ao do congelamento, pelo ciclo de temperatura de ambos que é inverso, e por haver no descongelamento maior tempo de duração, fenômenos de condensação de umidade atmosférica na superfície do alimento e extravasamento de líquidos não reabsorvidos. No descongelamento, o líquido exsudado do produto é chamado de *drip* (OGAWA; MAIA, 1999). A determinação do *drip* durante o

armazenamento sob congelamento é um indicador importante para se avaliar as alterações nas características funcionais das proteínas do pescado e geralmente reflete a extensão da desnaturação da proteína (OETTERER et al., 2004).

No método usual de congelamento de pescado, uma parte da água sai da célula ocorrendo congelamento extracelular. No momento do descongelamento, esta água novamente é absorvida pelas proteínas dentro da célula, podendo assim recuperar o formato original. Entretanto, com o avanço da desnaturação protéica, a capacidade de hidratação da proteína vai diminuindo, e assim, aumentando a quantidade de *drip* formado (OGAWA; MAIA, 1999), sendo, portanto um fator importante a ser observado em CMS congelada (OETTERER et al., 2004).

2.6. Produtos originados da CMS de pescado

É a partir da CMS de pescado que se obtém o *surimi*. O *surimi* é um termo japonês que indica a carne de pescado mecanicamente separada ou o músculo de pescado picado, que foi submetido a diversas lavagens com água, seguidas de drenagem, refinamento, ajuste de umidade, homogeneização com aditivos crioprotetores, acondicionados em blocos, congelados em congelador rápido (LEE, 1984; BORDERIAS; TEJADA, 1987; KARTHIKEYAN et al., 2004; PARK; LIN, 2005). Conforme Kirschnik (2007) as principais vantagens de utilizar a CMS de pescado em relação ao peixe filetado são a redução dos custos pelo maior rendimento em carne, a possibilidade de aproveitamento de diversas espécies e uma grande linha de produtos que podem ser comercializados, tais como: *fishburger* (GRYSCHKEK, 2001; BULUSHI et al., 2005), salsichas (SINI, et al., 2008; OLIVEIRA-FILHO, 2009), empanados (YERLIKAYA et al., 2005), tirinhas de peixe (CAKLI et al., 2005; TOKUR et al., 2006), *nuggets* (KIRSCHNIK, 2007), etc. A procura por um alimento de qualidade e de fácil preparo é uma das maiores estratégias de *marketing* exploradas por indústrias de alimentos (SOUZA, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Etapa 1 - experimento preliminar

Foi iniciado no ano de 2007 um experimento preliminar para definir metodologias e procedimentos que foram utilizados no projeto experimental definitivo (Etapa 2). O experimento preliminar teve como objetivo obter e analisar a composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) a microbiologia dos *fishburgers* desenvolvidos com carne de bagre africano, testando duas formulações prévias e realizando a avaliação sensorial.

Foram utilizados bagres africanos (Figura 1) provenientes do Setor de Piscicultura da Universidade de Marília – UNIMAR. Os bagres foram insensibilizados com água e gelo, e abatidos no próprio setor, com secção da medula (corte da cabeça), imediatamente eviscerados e lavados com água clorada (Figura 2). A seguir foram pesados (para cálculos dos rendimentos), e armazenados em caixa isotérmica com gelo, e assim foram transportados até a FZEA/USP para posterior processamento.

No momento do processamento foi realizado o descongelamento dos peixes no Matadouro Escola da Coordenadoria do Campus – CCPS/USP, Pirassununga-SP, na Sala de Processamento de Pescado. Os peixes decapitados, eviscerados e sem peles (Figura 3) foram processados em despoldadeira mecânica da marca High Tech (HT 250) (Figura 4) e após a obtenção da CMS, foi dividida em três porções: uma parte não foi lavada, outra foi lavada uma vez e a outra foi lavada duas vezes, obtendo-se os três tratamentos:

Tratamento A: CMS sem lavar

Tratamento B: CMS com 1 lavagem

Tratamento C: CMS com 2 lavagens



Figura 1 – Exemplar de bagre africano (*Clarias gariepinus*).



Figura 2 – Exemplar de bagre africano decapitado e eviscerado.



Figura 3 – Exemplos de bagres africanos decapitados, eviscerados e sem pele.



Figura 4 - Despolpadeira mecânica.

Para a lavagem, usou-se água gelada ($\pm 0^{\circ}\text{C}$) na proporção de 3:1 (3 partes de água para 1 parte de CMS). Esta mistura foi homogeneizada por 2 minutos,

seguida por uma fase de repouso por 3 minutos, e filtragem em saco de nylon e prensando manualmente até a retirada do excesso de água. Este processo foi repetido mais uma vez para obter a CMS com duas lavagens (Figura 5).

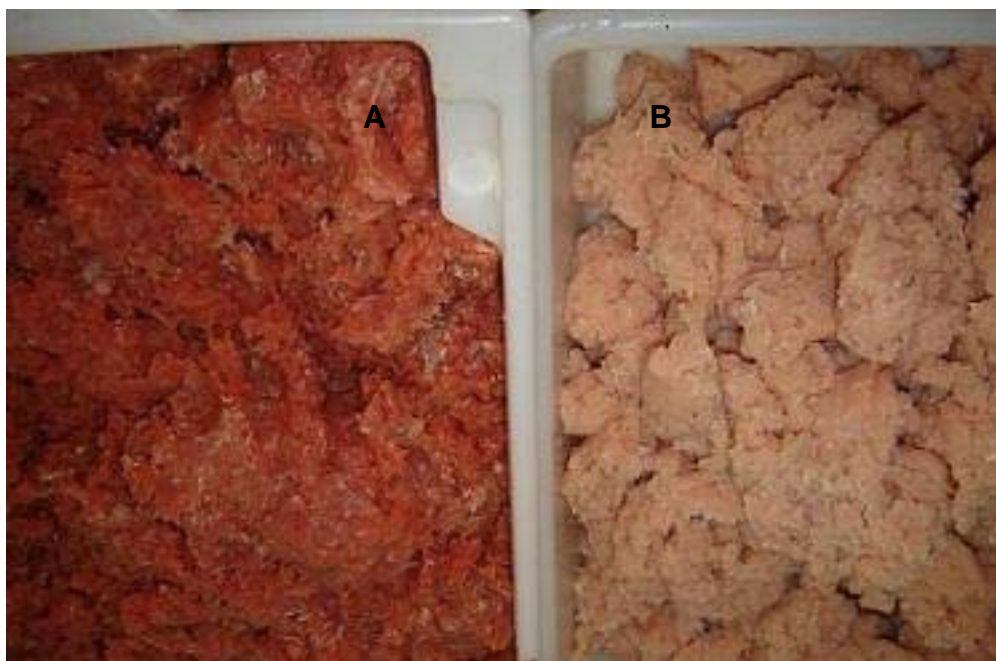


Figura 5 - CMS sem lavar (A) e com 1 lavagem (B).

Foi adicionado 0,5% de crioprotetor (Ibrac[®]) e 0,25% de antioxidante (Ibrac[®]) em todas as CMS, seguido de embalagem em porções de aproximadamente 0,5kg em sacos plásticos. Procedeu-se então o processo de congelamento em freezer ultra-rápido, e estocagem a -18°C, até o momento das análises. Para elaboração dos hambúrgueres a CMS foi descongelada para posterior adição dos ingredientes. Foram testadas duas formulações diferindo na quantidade de fécula de mandioca adicionada (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade dos ingredientes (%) utilizados para as formulações dos *fishburgers* para o experimento preliminar (Etapa 1).

Ingredientes	Formulação 1(%)	Formulação 2(%)
Carne mecanicamente separada (CMS)	90,00	92,00
Proteína isolada de soja	4,00	4,00
Fécula de mandioca	4,00	2,00
Condimento	1,00	1,00
Sal	1,00	1,00

Após a definição das formulações elaboraram-se os seguintes tipos de *fishburgers*:

A: *fishburger* de CMS sem lavar adicionado 4% de fécula de mandioca

B: *fishburger* de CMS sem lavar adicionado 2% de fécula de mandioca

C: *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 4% de fécula de mandioca

D: *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 2% de fécula de mandioca

E: *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 4% de fécula de mandioca

F: *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 2% de fécula de mandioca

Após a homogeneização da massa de CMS com os ingredientes, porções de aproximadamente 90g de CMS que foram moldadas em hamburgueira manual, e os *fishburgers* foram congelados em congelador ultra-rápido, armazenados em sacos plásticos de acordo com o tratamento e estocados em freezer a -18°C. Foram realizadas amostragens para análise microbiológica, sempre na semana anterior à análise sensorial.

A análise microbiológica dos *fishburgers* constou de análises de contagem de microrganismos aeróbios psicotróficos a 7°C, utilizando o meio de cultivo PCA (Plate Count Agar) conforme APHA (1992), detecção presuntiva de *Salmonella* pelo Kit Vip for Salmonella - AOAC Official Method, contagem presuntiva de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva (APHA, 1992) e contagem de coliformes utilizando a técnica do número mais provável (NMP) conforme APHA (1992).

Para a avaliação sensorial foi utilizado o teste de ordenação, Análise de Friedman, cujo objetivo é comparar diversas amostras ao mesmo tempo com relação a um único atributo sensorial ou em relação à preferência, conforme metodologia descrita em Meilgaard et al., 1999. O painel sensorial foi composto por 24 provadores não treinados, compostos de alunos, professores e funcionários da FZEA. Foi apresentada aos provadores uma ficha de análise sensorial (Figura 6), com uma bandeja contendo um copo de água à temperatura ambiente e bolacha de água e sal juntamente com seis amostras codificadas de números com três algarismos de forma casualizada. Os provadores ordenaram as amostras de maneira crescente, de “gostei menos” até “gostei mais”. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da FZEA/USP.

Inicialmente foi determinado um valor correspondente à posição em que a amostra foi ordenada. Assim, se a amostra foi ordenada na primeira posição, ela recebeu nota um, se ela foi ordenada na segunda posição, ela recebeu nota dois e assim por diante até a sexta posição, onde ela recebeu nota seis. Ao final para cada amostra as notas foram somadas e os dados obtidos foram avaliados pela Tabela de Newell e Mac Farlane ao nível de 5% de significância. Foi encontrado um valor tabelado (37) que significa a diferença crítica entre os totais de ordenação. Se a diferença entre os totais de ordenação for maior ou igual ao número tabelado, existe diferença significativa entre as amostras.

As análises de composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídeos e cinzas) nas CMS e nos *fishburgers* foram realizadas de acordo com a AOAC (1994) e os resultados analisados por ANOVA e constatada diferença (5% de probabilidade) foi aplicado o teste de Tukey.

ANÁLISE SENSORIAL DE PREFERÊNCIA		FICHA Nº _____
Nome: _____	Idade: _____	Data: ____/____/____
<p>Você está recebendo 6 amostras codificadas de hambúrguer de peixe (Bagre Africano). Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita. Ordene-as em ordem crescente em relação à sua preferência.</p> <p>☺ Muito obrigada!</p>		
_____	_____	_____
Gostei menos		Gostei mais
Comentários: _____		

Figura 6 - Ficha de análise sensorial usada no teste de ordenação do experimento preliminar.

3.2. Etapa 2 - experimento

3.2.1. Local, matéria-prima e obtenção da CMS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos FZEA/Universidade de São Paulo (USP), Campus de Pirassununga-SP. Foram utilizados 39 exemplares de bagres africanos, com peso vivo total de 94,65 kg, provenientes do Setor de Piscicultura da Universidade de Marília, Marília – SP. Os peixes, com peso médio de 2,42 kg, foram retirados dos viveiros, lavados em água corrente clorada, insensibilizados com água e gelo e abatidos por decapitação. Em seguida foram eviscerados, lavados novamente em água corrente e acondicionados em caixa isotérmica com gelo (1kg gelo: 1kg peixe) para processamento no Laboratório de Processamento de Produtos Aquáticos da Coordenadoria do Campus – CCPS/USP, Pirassununga-SP. No laboratório, os peixes foram lavados em água corrente e retirada a pele. O peso médio dos peixes limpos foi de 1,44 kg. A carne mecanicamente separada foi obtida pela passagem dos peixes em uma despolpadeira da marca High Tech (HT 250), obtendo-se 47,11 kg de CMS. Após, a CMS foi dividida em três porções: uma parte não foi lavada, outra foi lavada uma vez e a outra foi lavada duas vezes, obtendo-se os três tratamentos:

Tratamento A – CMS sem lavagem (controle);

Tratamento B – CMS com 1 lavagem;

Tratamento C – CMS com 2 lavagens;

Para a lavagem da CMS usou-se, água gelada ($\pm 0^{\circ}\text{C}$) na proporção de 3:1 (3 partes de água para 1 parte de CMS). Esta mistura foi homogeneizada por 2 minutos, seguida por uma fase de repouso por 3 minutos, e filtragem em saco de nylon, prensando manualmente até a retirada do excesso de água. Este processo foi repetido mais uma vez para obter a CMS com duas lavagens.

Em todos os tratamentos foram adicionados crioprotetor (Ibrac[®]) 0,5% e antioxidante (Ibrac[®]) 0,25%. A CMS foi acomodada em sacos plásticos variando o peso em função das análises que foram feitas, sendo congeladas em congelador ultra-rápido (ECO) e armazenadas em freezer à temperatura de -18°C . O fluxograma de obtenção da CMS pode ser observado na Figura 7. O experimento teve duração de 180 dias, sendo realizadas três amostragens de cada tratamento para as análises químicas e microbiológicas no início do armazenamento (tempo zero) e nos tempos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de estocagem.

3.2.2. Análises laboratoriais de caracterização de estabilidade da CMS

Foi determinada a composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídeos e cinzas) da CMS no tempo zero, de acordo com a AOAC (1994).

A estabilidade durante o armazenamento congelado foi verificada através das seguintes análises:

- TBARS, de acordo com Vyncke (1970), utilizando o TMP (tetrametoxipropano) para obtenção da equação da reta ($y = 65,73x + 0,0002$) utilizada para os cálculos dos valores;
- N-BVT de acordo com Howgate (1976);
- pH foi medido em peagômetro com eletrodo de imersão, após homogeneização de 10 g de amostra em 40 ml de água destilada;
- *Drip* (perda de líquido por descongelamento) foi determinado de acordo com Santo et al. (1980), sendo que, três amostras de cada tratamento pesando em torno de 50g foram colocadas em funis sobre tubos de ensaio (micro Kjeldahl) e foram cobertos com filme plástico para evitar a evaporação de

líquidos. Os tubos permaneceram por 48 horas à temperatura de 10°C, e o *drip* foi medido, em pipeta graduada, e calculado em porcentagem de volume em relação ao peso da amostra;

- A avaliação microbiológica da CMS foi determinada por meio de contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos a 7°C, segundo APHA (1992). Foi adicionado 0,1ml da diluição 10^{-1} para uma placa de Petri contendo Ágar PCA (Plate Count Agar), espalhando-se em seguida em movimentos circulares. Este mesmo procedimento também foi adotado para as diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} . Após a secagem as placas foram invertidas e incubadas a 7°C por sete a dez dias. Passado o tempo de incubação, foi feita contagem das colônias.

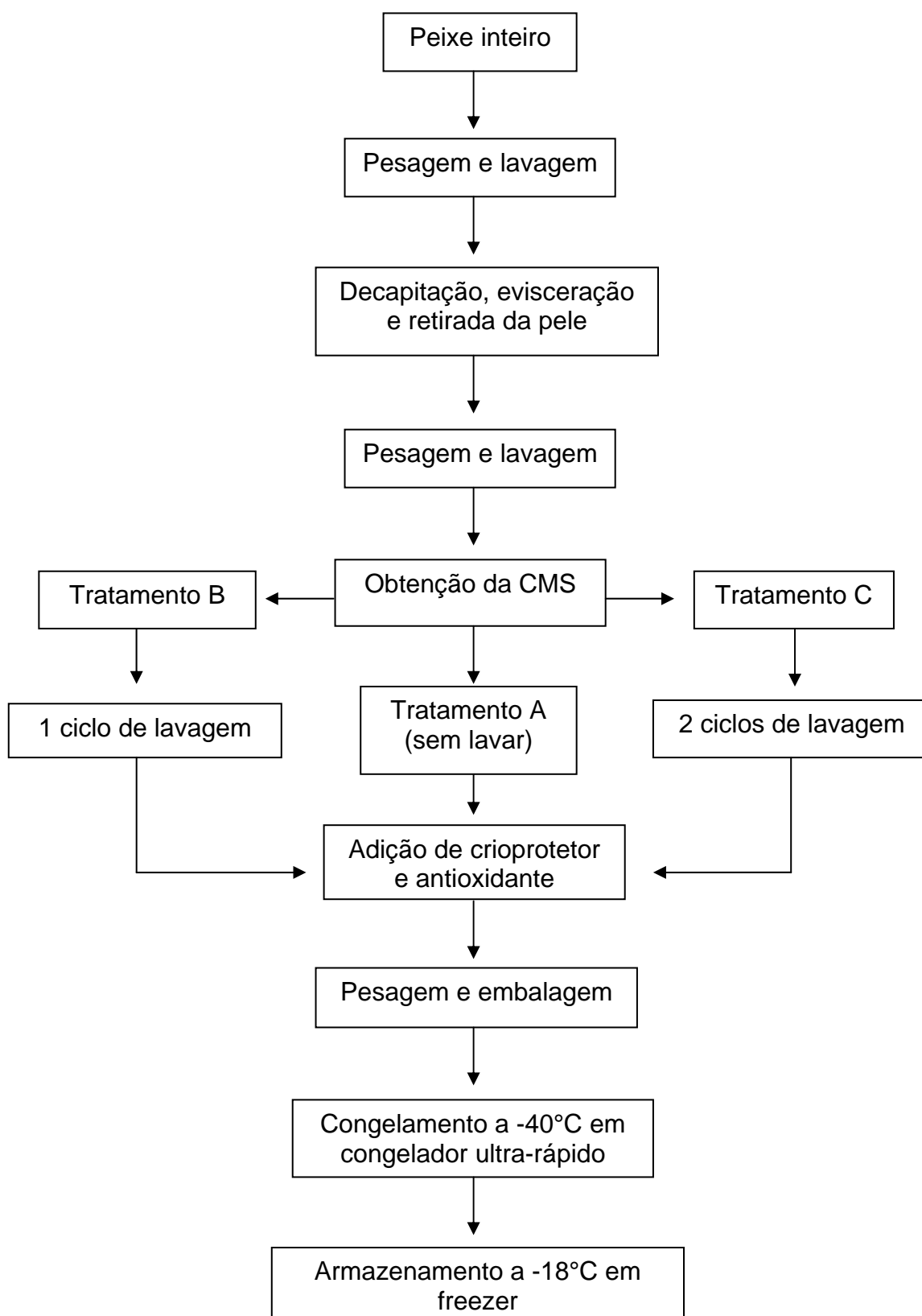


Figura 7 - Fluxograma de obtenção da CMS da carne de bagre africano.

3.2.3. Processamento dos *fishburgers*

A CMS foi previamente congelada em embalagens com aproximadamente 300g, e descongeladas em refrigerador tipo BOD com temperatura controlada a 5°C, por aproximadamente 24 horas, para elaboração dos *fishburgers* nos intervalos de 0, 90 e 180 dias de estocagem. Para a formulação de *fishburger* foram usados como ingredientes sal, proteína de soja texturizada, fécula de mandioca e um condimento industrializado (Kraki[®]) (Tabela 2). A formulação com adição de 2% de fécula de mandioca foi utilizada, porque no pré-experimento não foi observada, na análise sensorial, preferência dos provadores para nenhuma das formulações (4 e 2%). A incorporação de 2% ao invés de 4% tornaria o produto mais econômico.

Tabela 2 - Quantidade dos ingredientes (%) utilizados para formulação dos *fishburgers* para o experimento (Etapa 2).

Ingredientes	(%)
Carne mecanicamente separada (CMS)	92,00
Proteína texturizada de soja	4,00
Fécula de mandioca	2,00
Condimento	1,00
Sal	1,00

Os ingredientes foram misturados manualmente com a CMS e moldados com auxílio de um moldador de hambúrguer em porções de aproximadamente 90g. Em seguida, foram congelados em ultra-congelador e posteriormente analisados quanto aos aspectos microbiológicos e sensoriais.

3.2.3. Análises microbiológicas

Foram realizadas análises microbiológicas dos *fishburgers* antes de cada avaliação sensorial. O acompanhamento foi feito por meio das análises de contagem de microrganismos aeróbios psicrotóxicos a 7°C, utilizando o meio de cultivo PCA (Plate Count Agar) conforme APHA (1992), detecção presuntiva de *Salmonella* pelo Kit Vip for Salmonella - AOAC Official Method, contagem presuntiva de

Staphylococcus aureus coagulase positiva (APHA, 1992) e contagem dos coliformes utilizando a técnica do número mais provável (NMP) conforme APHA (1992).

3.2.3.1. Preparo das amostras

Para cada tratamento foram amostradas três embalagens contendo um *fishburger* cada. A parte externa da embalagem foi higienizada com álcool e estas foram abertas dentro do fluxo laminar. Com o auxílio de faca ou tesoura esterilizada, foram cortados aleatoriamente pequenos pedaços do *fishburger*, coletados e pesados em placa de Petri até obter 25g de amostra. Após, foi transferido o conteúdo da placa a 225 ml de água peptonada 1% e a mistura foi processada em homogeneizador por 5 minutos. A solução obtida foi a diluição 10^{-1} da amostra. Foi transferido 1 ml dessa diluição para um tubo de ensaio contendo 9 ml de água peptonada 0,2%, obtendo-se assim a diluição 10^{-2} , repetindo-se esse procedimento sucessivamente até a obtenção da diluição 10^{-4} da amostra.

3.2.3.2 *Salmonella spp*

Para avaliação da presença de *Salmonella spp*, a diluição 10^{-1} foi transferida para um frasco de vidro (225 ml de água peptonada a 20% + 25 mg de amostra homogeneizada). Os frascos foram incubados em estufa a 35°C durante 24 horas para enriquecimento da amostra. Em seguida, foi retirada uma alíquota de 1 ml e adicionada a um tubo de ensaio contendo 10 ml de caldo tetracionato (TT). Foi seguido o mesmo procedimento para as diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} . Após, os tubos foram incubados a 42°C por 24 horas, e em seguida foi transferido 1 ml do caldo TT para 10 ml de TSB (caldo tripticase de soja), incubando-se por 8 horas a 42°C, após seguiu-se o procedimento de detecção presuntiva pelo Kit Vip para *Salmonella* - AOAC Official Method.

3.2.3.3. *Staphylococcus aureus* coagulase positiva

Foi adicionado 0,1ml da diluição 10^{-1} em uma placa de Petri contendo Ágar Baird-Parker enriquecido com emulsão gema de ovo com telurito. O inóculo foi espalhado pela superfície do Agar com auxílio de uma alça de Drigalsky, repetindo-se esse procedimento para as diluições 10^{-2} e 10^{-3} . Após secagem as placas foram invertidas e incubadas a 35°C por 48 horas. Para confirmação das colônias

presuntivas, foi realizado o teste da coagulase, onde em cada frasco de plasma de coelho era adicionado 3ml de soro fisiológico estéril. Foi transferido 0,5ml desta solução para tubos vazios previamente esterilizados em autoclave. De cada placa positiva, 5 colônias foram selecionadas e, com auxílio da alça de platina, a colônia foi transferida para cada tubo. No final, os tubos foram incubados a 35°C por 24 horas e o resultado é considerado positivo quando há formação de substância gelatinosa no tubo.

3.2.3.4. Psicotróficos

Foi adicionado 0,1ml da diluição 10^{-1} para uma placa de Petri contendo Ágar PCA, espalhando-se em seguida com movimentos circulares e em oito suavemente. Este mesmo procedimento também foi adotado para as diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} . Após a secagem as placas foram invertidas e incubadas a 7°C por sete a dez dias. Passado o tempo de incubação, foi feita contagem das colônias.

3.2.3.5. Coliformes a 35 e 45°C

Foi transferido 1 ml da diluição 10^{-1} para cada um dos três tubos de ensaio contendo 10 ml de caldo Lauril Sulfato e um tubo de Duran invertido. Foi realizado o mesmo procedimento para as diluições 10^{-2} e 10^{-3} (totalizando 9 tubos). Os tubos foram incubados em estufa a 35°C por 48 horas. A formação de gás no tubo de Duran é um indicativo de resultado positivo. Os tubos que apresentaram resultado positivo foram repicados com auxílio de uma alça de platina e, tubos de ensaio contendo 6 ml de caldo EC para confirmação da presença de coliformes a 45°C, os tubos foram incubados a 45°C por 24 horas. O resultado positivo se deu pela formação de gás no tubo de Duran. Após, foi contado o número de positivos para cada diluição e verificado o NMP em tabela específica (Bacteriological Analytical Manual, 6. ed. Estados Unidos: Food and Drug Administration, 1984).

3.2.4. Avaliação sensorial

Para a avaliação sensorial foi utilizado teste de aceitabilidade, utilizando metodologia descrita por Meilgaard et al., 1999. Este teste tem o objetivo de avaliar o grau com que consumidores gostam ou desgostam de um produto (FERREIRA et al., 2000) utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (Figura 8). Para cada amostra

de *fishburger* os provadores avaliaram os atributos de cor, odor, sabor, textura e aceitação global, aos zero, 90 e 180 dias de estocagem da CMS sob congelamento. Cada ponto de análise sensorial contou com 30 provadores não treinados, compostos de alunos, professores e funcionários da FZEA. Foi apresentada aos provadores uma ficha de análise sensorial juntamente com uma bandeja com um copo de água à temperatura ambiente e uma bolacha de água e sal. As amostras foram codificadas com números de três algarismos de forma casualizada e entregues aos provadores uma de cada vez, ou seja, de forma monádica e seqüencial (uma após a outra). Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da FZEA/USP.

Nome: _____ Idade: _____
 Data: ____/____/____

Por favor, leia atentamente as instruções:

- 1) Você vai receber três amostras de hambúrguer de peixe;
- 2) Prove cada amostra e avalie os atributos **Cor, Odor, Sabor, Textura e Aceitação Global** de acordo com a Escala de Satisfação;
- 3) Utilize o Quadro de Notas para registrar as notas de cada amostra;
- 4) Se você quiser fazer algum comentário utilize o espaço Comentários.

Escala de Satisfação

9	<i>Gostei muitíssimo</i>
8	<i>Gostei muito</i>
7	<i>Gostei moderadamente</i>
6	<i>Gostei ligeiramente</i>
5	<i>Nem gostei/desgostei</i>
4	<i>Desgostei ligeiramente</i>
3	<i>Desgostei moderadamente</i>
2	<i>Desgostei muito</i>
1	<i>Desgostei muitíssimo</i>

Quadro de Notas

<i>Nº amostra</i>	<i>Cor</i>	<i>Odor</i>	<i>Sabor</i>	<i>Textura</i>	<i>Aceitação Global</i>

Comentários: _____

Figura 8 - Ficha de análise sensorial usada no teste de aceitação do experimento.

3.2.5. Análises estatísticas

Para avaliação das variáveis químicas de estabilidade, segundo os tratamentos e tempos de congelamento foi utilizado o Método dos Quadrados Mínimos. Os dados foram analisados por análises de variância (ANOVA) do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2001). Foram considerados os efeitos principais de tratamentos e os tempos de congelamento, bem como a interação

entre os efeitos principais tratamento *versus* tempo. Nestas análises foi adotado o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + TC_{ij} + e_{ijk}$$

y_{ijk} = é o valor observado da repetição k das variáveis físico-químicas no tratamento i do tempo j ;

μ = constante inerente a todas as observações;

T_i = efeito do i -ésimo tratamento;

C_j = efeito do j -ésimo tempo de congelamento da CMS;

TC_{ij} = efeito da interação do tratamento i com o tempo de congelamento j ;

e_{ijk} = efeito aleatório residual associado às variáveis físico-químicas.

Os dados dos testes de aceitação foram submetidos à análise de variância. Em todas as análises foi adotado o nível de significância $p = 0,05$. Para avaliação Sensorial, foi adotado o seguinte modelo:

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + C_j + TC_{ij} + P_k + e_{ijkl}$$

y_{ijkl} = é o valor observado da repetição l do atributo avaliado pelo provador k do tempo j e no tratamento i ;

μ = constante inerente a todas as observações;

T_i = efeito do i -ésimo tratamento;

C_j = efeito do j -ésimo tempo de congelamento da CMS;

TC_{ij} = efeito da interação do tempo i com o tempo de congelamento j ;

P_k = efeito do k -ésimo provador;

e_{ijkl} = efeito aleatório residual associado aos atributos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa 1 - experimento preliminar

Foi obtido rendimento de carcaça sem vísceras e sem cabeça de 59,72% para peixes com peso médio de 1,54 kg (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores de peso total, peso médio e rendimento em carne na obtenção da CMS de bagre africano, no experimento preliminar.

Variáveis	Peso total (kg)	Peso médio (kg)	Rendimento (%)
Peixe inteiro	18,04	2,58±0,93	----
Peixe limpo	10,77	1,54±0,48	59,72
Resíduo (C+V+P)	7,27	----	40,28
CMS	8,27	----	45,85 (PI)
		----	76,79 (PL)
Resíduo da CMS	1,54	----	8,54 (PI)

Peixe limpo = peixe eviscerado e decapitado. Resíduo: C = cabeça; V = vísceras; P = pele. Rendimento: (PI) = em relação ao peixe inteiro. (PL) = em relação ao peixe limpo.

O rendimento do peixe limpo (59,72%) está bem próximo dos valores encontrados por Marengoni et al., (1998) que foi de 55,49% e por Souza et al. (1999) de 56,67% ambos para o bagre africano.

O teor de umidade foi maior na CMS com 2 lavagens (Tabela 4). Possivelmente uma das causas para o aumento da umidade pode ser devido à dificuldade da remoção manual do excesso de água incorporada com a lavagem da CMS. Valores próximos e que não diferiram entre si, foram observados entre a CMS sem lavar e a lavada uma vez.

Tabela 4 - Valores médios da composição centesimal das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano, no experimento preliminar.

CMS	Umidade (%)	Proteína bruta (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
Sem lavar	78,65±0,18 ^b	15,82±0,21 ^a	3,19±0,01 ^a	1,39±0,04 ^a
1 lavagem	78,99±0,15 ^b	12,67±0,85 ^b	3,26±0,03 ^a	1,00±0,12 ^b
2 lavagens	81,10±0,09 ^a	11,31±0,32 ^c	3,17±0,04 ^a	0,75±0,02 ^c

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, teste de Tukey (5% de probabilidade).

Houve perda significativa de proteína das CMS com as lavagens, de 19,91% com 1 lavagem e 28,50% com 2 lavagens. Isso pode ter ocorrido pela lixiviação das proteínas sarcoplasmáticas que são solúveis em água. Os teores de lipídeos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. As perdas nos teores de cinzas foram de 28,05% na CMS com 1 lavagem e 46,04% na CMS com 2 lavagens, devido à lixiviação dos minerais durante o processo de lavagem.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da composição centesimal do *fishburger*.

Tabela 5 - Valores médios da composição centesimal do *fishburger* de bagre africano, no experimento preliminar.

<i>Fishburger</i>	Umidade (%)		Proteína bruta (%)		Lipídeos (%)		Cinzas (%)	
	1*	2**	1	2	1	2	1	2
Sem lavar	72,16 ^{bA}	72,46 ^{cA}	17,61 ^{aA}	18,07 ^{aA}	2,37 ^{aA}	2,35 ^{abA}	2,50 ^{aB}	2,71 ^{aA}
	±0,08	±0,09	±0,28	±0,09	±0,05	±0,09	±0,01	±0,03
1 lavagem	71,96 ^{cB}	73,31 ^{bA}	17,97 ^{aA}	18,11 ^{aA}	2,35 ^{aB}	2,42 ^{aA}	1,95 ^{bA}	2,02 ^{bA}
	±0,01	±0,03	±0,35	±0,30	±0,21	±0,02	±0,03	±0,06
2 lavagens	73,59 ^{aB}	74,10 ^{aA}	16,25 ^{bA}	16,55 ^{bA}	2,29 ^{aA}	2,24 ^{bA}	1,92 ^{bA}	2,02 ^{bA}
	±0,06	±0,41	±0,10	±0,30	±0,04	±0,07	±0,01	±0,06

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. *Formulação 1: *fishburger* com 4% de fécula de mandioca. **Formulação 2: *fishburger* com 2% de mandioca.

Assim como na matéria-prima foi observado em geral, aumento no teor de umidade e diminuição nos teores de proteína e cinzas entre os tratamentos. Os teores de cinzas e proteínas mostraram-se maiores que a CMS que lhes deu origem devido à adição dos ingredientes usados na formulação dos produtos. Diferenças

entre as formulações somente foram observadas com os *fishburgers* elaborados com CMS lavada 1 e 2 vezes, quanto ao teor de umidade; lipídeos com os *fishburgers* de CMS com 1 lavagem e cinzas com os *fishburgers* de CMS sem lavar.

Não foram detectados nos *fishburgers* microrganismos patogênicos (*Salmonella* e *Staphylococcus aureus* coagulase positiva) e a população de coliformes a 45°C nos *fishburgers* foi inferior a 3 NMP/g de amostra. As bactérias aeróbias psicrotróficas presentes nos *fishburgers* variaram de log 0,74 a log 2,07 UFC/g (Tabela 6). De acordo com o padrão estabelecido pela legislação brasileira a carne de pescado fresca pode apresentar os limites de contaminação bacteriana: coliformes a 45°C máximo de 10² NMP/g; *Staphylococcus aureus* máximo de 10³ UFC/g; *Salmonella* ausência em 25g de amostra, não havendo limites para coliformes a 35°C e contagem total de psicrotróficos (BRASIL, 2001), porém o ICMSF estabelece limite de log 7 UFC/g de psicrotróficos em produtos derivados de pescado congelados (ICMSF, 1986). Portanto todos os *fishburgers* avaliados estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação, atestando que foram processados e manipulados de forma higiênica.

Tabela 6 - Contagem total em placas de psicrotróficos (log UFC/g) avaliados nas CMS lavadas e não lavadas de bagre africano, no experimento preliminar.

Amostra	Psicrotróficos (log UFC/g)
A	1,29±1,77
B	1,84±1,68
C	0,74±1,02
D	2,07±1,90
E	1,70±1,56
F	1,77±1,61

A=*fishburger* de CMS sem lavar adicionado 4% de fécula de mandioca; B= *fishburger* de CMS sem lavar adicionado 2% de fécula de mandioca; C= *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 4% de fécula de mandioca; D= *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 2% de fécula de mandioca; E= *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 4% de fécula de mandioca; F= *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 2% de fécula de mandioca.

Os provadores não detectaram diferenças ($p>0,05$) com relação à preferência dos *fishburgers* de acordo com a porcentagem de inclusão da fécula de mandioca e as lavagens da CMS. Constatou-se portanto, com este teste preliminar que a adição

de 2% de fécula da mandioca já é suficiente para a boa aceitação sensorial dos *fishburgers* (Tabela 7).

Tabela 7 - Somatório dos julgamentos dos provadores das amostras de *fishburgers* de CMS de bagre africano no teste de ordenação no experimento preliminar.

Amostras	Somatório
A	74 ^a
B	87 ^a
C	85 ^a
D	79 ^a
E	92 ^a
F	87 ^a

Somatório com letras iguais não diferem significativamente entre si a nível de 5 % de significância. A=*fishburger* de CMS sem lavar adicionado 4% de fécula de mandioca; B= *fishburger* de CMS sem lavar adicionado 2% de fécula de mandioca; C= *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 4% de fécula de mandioca; D= *fishburger* de CMS com 1 lavagem adicionado 2% de fécula de mandioca; E= *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 4% de fécula de mandioca; F= *fishburger* de CMS com 2 lavagens adicionado 2% de fécula de mandioca.

4.2. Etapa 2 – experimento final

4.2.1. Rendimento

Os resultados de rendimento em carne da obtenção da CMS de bagre africano estão descritos na Tabela 8. Foi obtido um rendimento de carcaça sem vísceras e sem cabeça de 57,98% para peixes com peso médio de 1,41 kg. Souza et al., (1999) em estudo com bagre africano de 1 a 2 kg de peso vivo, encontraram rendimento de 56,67% para o tronco limpo.

Tabela 8 - Valores de peso total, peso médio e rendimento em carne na obtenção da CMS de bagre africano.

Variáveis	Peso total (kg)	Peso médio (kg)	Rendimento (%)
Peixe inteiro	94,65	2,43±0,55	----
Peixe limpo	54,88	1,41±0,29	57,98
Resíduo (C+V+P)	39,77	----	42,02
CMS	47,12	----	49,78 (PI)
		----	85,85 (PL)
Resíduo da CMS	5,13	----	5,41 (PV)

Peixe limpo = peixe eviscerado e decapitado. Resíduo: C = cabeça; V = vísceras; P = pele. Rendimento: (PI) = em relação ao peixe inteiro. (PL) = em relação ao peixe limpo.

Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) avaliaram a estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica e encontraram valores semelhantes de rendimento, sendo 46,9% em relação ao peixe inteiro e 78,6% em relação ao peixe eviscerado e decapitado. No estudo sobre caracterização e estabilidade ao congelamento de tilápia do Nilo e tilápia vermelha, Gryscek et al., (2003) encontraram valores de rendimento para tilápia do Nilo, em relação ao peixe inteiro de 33,57% e 51,35% em relação ao peixe eviscerado e descabeçado.

Neste estudo com o bagre africano, o rendimento de peixe limpo de aproximadamente 58% pode ser considerado bom, uma vez que este peixe tem cabeça muito grande, entre 23,62% e 27,44% (SOUZA et al., 1999), o que pode diminuir os valores de rendimento proporcionalmente ao peixe inteiro. No entanto, quando se compara com o rendimento de carcaça do surubim observa-se um maior rendimento, 66,9% e 70,9% em peixes com peso de 2,7kg e 1,5kg, respectivamente (CREPALDI et al., 2008). Apesar disso, o aproveitamento na forma de CMS foi alto (85,85%) se for considerado o peixe limpo, sem cabeça e vísceras.

4.2.2. Composição centesimal da CMS

Como esperado, a CMS lavada duas vezes apresentou maior teor de umidade (Tabela 9), seguida das outras CMS (uma lavagem e sem lavar). Relatos de aumento de umidade em CMS lavadas tem sido encontrados na literatura como o de Gryscek et al., (2003) com tilápia do Nilo, que obteve resultados de 78,50%, 85,90% e 86,70% para a umidade da CMS não lavada, com 1 lavagem e com 2

lavagens respectivamente. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) obtiveram com tilápias do Nilo teores entre 79,83% (CMS sem lavar) e 88,78% (CMS lavada). Oliveira-Filho (2009) avaliou a composição físico-química de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo submetida ou não a lavagem e também observou o aumento da umidade com as lavagens de 81,25% (sem lavar) para 87,99% (2 lavagens). Todos os estudos citados, no entanto, obtiveram valores maiores de umidade para as CMS lavadas, do que os valores observados neste estudo com o bagre africano.

Tabela 9 - Valores médios da composição centesimal das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

CMS	Umidade (%)	Proteína bruta (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
Sem lavagem	78,42±0,09 ^b	15,86±0,14 ^a	3,88±0,03 ^a	1,51±0,00 ^a
1 lavagem	78,52±0,26 ^b	14,89±0,38 ^a	3,18±0,01 ^{ab}	0,86±0,04 ^b
2 lavagens	84,26±3,40 ^a	11,05±2,25 ^b	2,75±0,57 ^b	0,77±0,04 ^b

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

Tokur et al., (2006) analisaram a composição química de *fish fingers* elaborados com CMS de carpa espelho, *Cyprinus carpio*, e observaram o aumento da umidade com a lavagem, passando de 68,50% na CMS sem lavar para 70,23% na CMS lavada. Karthikeyan et al., (2004) analisaram as propriedades funcionais das proteínas e as características físico-químicas da CMS de sardinha, *Sardinella longiceps*, em função da lavagem e também constataram o aumento da umidade após cinco ciclos de lavagem, e explicam que o aumento da umidade após a lavagem da CMS ocorre devido ao aumento na capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares, que estão presentes em grande quantidade na CMS, fenômeno que também pode ter ocorrido com a CMS de bagre africano neste estudo.

Souza et al., (1999) analisaram a composição química de filés de bagre africano obtendo 77,49% de umidade, valor bem próximo a CMS não lavada deste estudo (78,31%). Ersoy e Ozeren (2009) avaliaram o efeito de diferentes métodos de cozimento sobre o conteúdo de minerais e vitaminas em bagre africano e encontraram, no filé, valores de 76,8% de umidade; 16,2% de proteína; 5,02% de

lipídeos e 5,02% de cinzas. Valores de 75,68% de umidade; 16,8% de proteína; 5,7% de lipídeos e 1% de cinzas foram obtidos por Rosa et al. (2007) quando avaliaram a qualidade nutricional de bagre africano. Os valores relatados por esses autores, também estão próximos aos encontrados na CMS não lavada do presente estudo. Já Willes et al., (2004) desenvolveram um produto com CMS de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) e analisaram a composição centesimal e obtiveram respectivamente para CMS sem lavar e lavada, 71,5% e 77,9% de umidade; 16,4% e 12,6% de proteína; 9,82% e 4,39% e 2,28% e 2,48% de cinzas.

Após o processo de lavagem ocorreu perda de 23,29% do peso inicial da CMS. Após a segunda lavagem da CMS, foi perdido 12,29% do peso da matéria-prima. Estas perdas podem ter ocorrido pela lixiviação de compostos sólidos como proteínas, lipídeos, pigmentos, sangue, minerais. Como se pode observar a CMS submetida a duas lavagens apresentou menor perda de peso que a CMS submetida somente a uma lavagem. Esta perda de peso menor é apenas aparente, pois com duas lavagens foi incorporado maior teor de água e se a mesma fosse retirada integralmente, a perda de peso seria maior.

Houve perda significativa de proteína com as lavagens, sendo de 6,11% com 1 lavagem e 30,32% com 2 lavagens. Tal fato pode ter ocorrido devido à lixiviação das proteínas sarcoplasmáticas que são solúveis em água. Gryscek et al., (2003) também observaram a diminuição dos teores de proteína de 14,93%, 11,09%, 10,98% respectivamente para CMS não lavada, com 1 lavagem e com 2 lavagens, para tilápia do Nilo. O mesmo foi relatado por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) com valores passando de 15,13% a 8,93% com a lavagem da CMS de tilápia do Nilo e por Tokur et al., (2006) com valor de 15,5% na CMS sem lavar e 10,8% na CMS lavada de carpa espelho.

A lavagem da CMS também causou diminuição do extrato etéreo. Gryscek et al., (2003); Tokur et al., (2006); Kirschnik e Macedo-Viegas (2009); Oliveira-Filho (2009) também observaram este fato em seus trabalhos. Na CMS sem lavar foi encontrado um baixo teor de lipídeos, pois o bagre africano é um peixe magro. Porém com as lavagens os teores foram se reduzindo ainda mais, com perda de lipídeos de 18,04% com 1 lavagem e perda de 29,12% com 2 lavagens, indicando que os dois ciclos de lavagem removeram significativamente parte dos lipídeos. Os teores de cinzas encontrados estão próximos aos relatados por Kirschnik e Macedo-

Viegas (2009), que obtiveram valores de 1,35% e 0,46% em CMS não lavada e lavada de tilápia nilótica e próximos também aos encontrados por Gryscek et al., (2003) que variaram de 1,05%, 0,47% e 0,34% para CMS de tilápia do Nilo não lavada, com 1 e com 2 lavagens respectivamente. Essa diminuição dos teores de cinzas pode ser explicada pela lixiviação dos minerais solúveis em água, durante a lavagem.

Quando a CMS for destinada à produção de *surimi* e posteriormente outros produtos, a lavagem é uma etapa importante, pois além de remover proteínas solúveis em água, promove o aumento na concentração das proteínas miofibrilares (actomiosina), o que melhora a força do gel e elasticidade do *surimi* (BELIBAGLI et al., 2003; PARK; LIN, 2005).

4.2.3. Estabilidade durante a estocagem sob congelamento da CMS

Uma das determinações químicas para caracterização do pescado fresco exigidas pelo Regulamento de Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) é a das Bases Voláteis Totais, uma vez que a produção de BVT durante o armazenamento de pescado é resultante da ação de enzimas endógenas e da atividade microbiana (KIRSCHNIK, 2007). De acordo com a legislação, para que o pescado fresco esteja próprio para o consumo, os valores de BVT devem ser inferiores a 30 mg /100g (BRASIL, 1952). Os valores de BVT de todos os tratamentos neste estudo mantiveram-se abaixo do limite estabelecido pela legislação brasileira para peixes frescos durante o período de estocagem de 180 dias.

Não houve diferença ($p > 0,05$) para os valores de BVT durante o período de estocagem (Figura 9). Porém, entre os tratamentos (sem lavagem, com 1 e com 2 lavagens) os valores de BVT apresentaram diferença ($p < 0,05$). A CMS não lavada apresentou valores mais elevados de BVT em relação à CMS lavada, com média de 15,79 mg/100g contra 5,46 e 2,61 mg/100g na CMS com 1 e 2 lavagens respectivamente. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) também observaram este fato, encontrando valores que variaram de 8, 23 a 11,99 mg/100g para a CMS não lavada e de 0,26 a 2,63 mg/100g para a CMS lavada após 180 dias de estocagem. E explicam que isto possivelmente ocorreu pela perda de compostos nitrogenados solúveis durante o processo de lavagem.

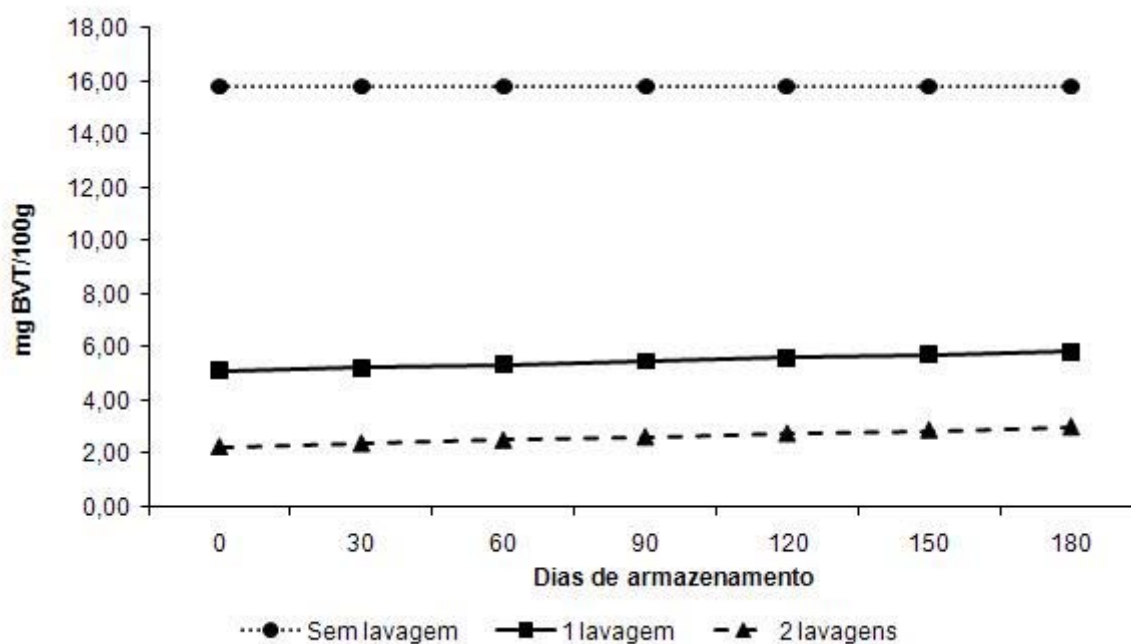


Figura 9 - Valores de BVT (mg BVT/100g) das CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens de bagre africano durante o período de armazenamento.

Jesus et al., (2001) estudaram a estabilidade química e microbiológica de CMS de peixes amazônicos durante o congelamento, e relataram uma tendência decrescente ao longo do tempo de estocagem e correlacionam que é de se esperar que à medida que as contagens microbianas sejam mais elevadas os valores de BVT aumentem também. Em alguns peixes, principalmente os de água doce, que quase não apresentam OTMA (óxido de trimetilamina) (CONTRERAS-GUZMAN, 2002) um aumento gradual é esperado no teor de BVT durante a estocagem, o qual é provavelmente resultado da desaminação de aminoácidos (CASTRO et al., 2006)

Para o pH foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos e durante o período de armazenamento (Figura 10).

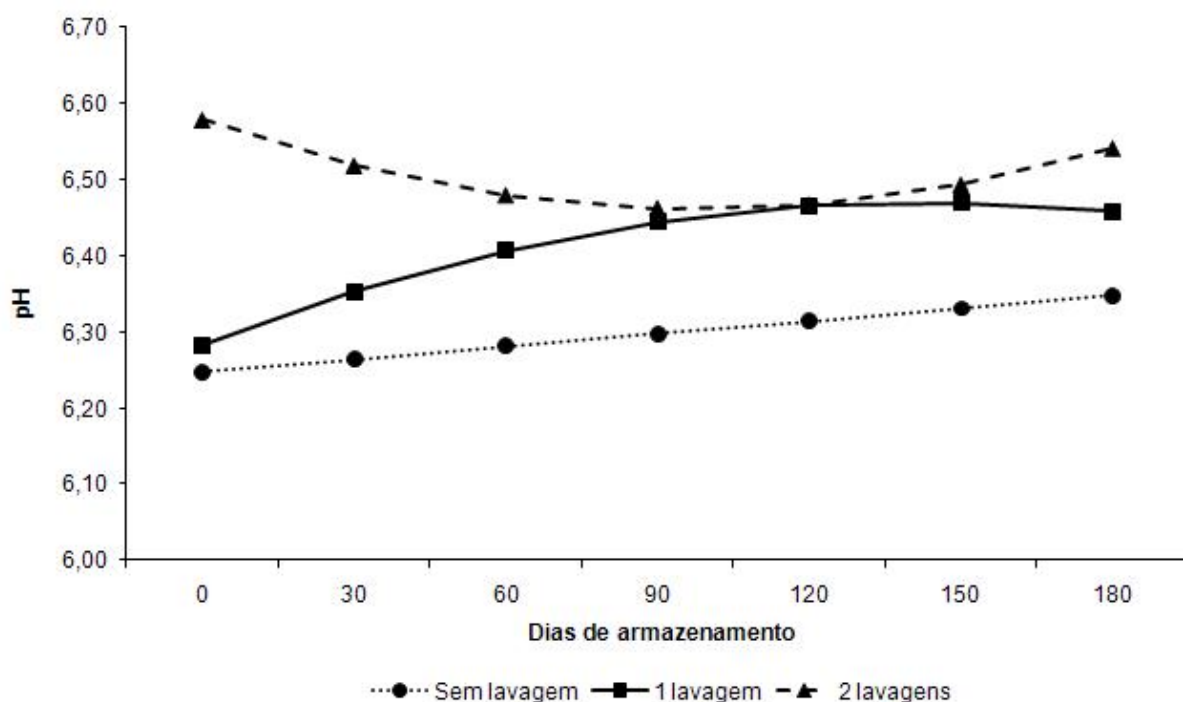


Figura 10 - Valores de pH das CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens de bagre africano durante o período de armazenamento.

A CMS sem lavar no dia zero apresentou o valor de pH de 6,25 aumentando significativamente para 6,35 no final do período de 180 dias de armazenamento. A CMS com uma lavagem apresentou valor inicial de 6,28 passando para 6,44 aos 120 dias e uma queda para 6,41 aos 180 dias de armazenamento. Já a CMS com 2 lavagens o valor inicial foi de 6,58, apresentando diminuição até os 120 dias (6,46) e a partir daí observou-se um aumento significativo até o período final de armazenagem, alcançando 6,54 aos 180 dias de armazenamento. Percebe-se, portanto que as CMS submetidas a uma ou a duas lavagens apresentaram maiores valores de pH que a CMS sem lavar, fato corroborado por Karthikeyan et al., (2004), e Willes et al., (2004) que apresentaram valores de pH maiores para as CMS de sardinha (*Sardinella longiceps*) e bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) respectivamente, submetidas à lavagem. Esses autores explicam que este fato pode ter ocorrido devido à lixiviação de nitrogênio livre, ácidos graxos, aminoácidos e outros compostos ácidos presentes na CMS. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) relataram que os valores de pH para as CMS de tilápia do Nilo sem lavar e lavada aumentaram durante os primeiros 60 dias de armazenamento, e a partir daí mantiveram-se com pequenas variações, até o período final de 180 dias. Jesus et

al., (2001) mostraram pouca variação ao longo do período de estocagem de 150 dias ficando entre 6,5 e 7,07 a -18°C . Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1952) o padrão de pH para o pescado ser considerado fresco é de 6,8 na carne externa e 6,5 na carne interna, sendo que neste trabalho os valores estão dentro do padrão estabelecido para peixe fresco.

Os valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg de amostra) (Figura 11) encontrados no dia zero demonstraram que as lavagens das CMS causaram lixiviação da maior parte de compostos responsáveis da oxidação lipídica, pois na CMS sem lavar encontrou-se 0,216 mg de malonaldeído/kg, ao passo que nas CMS com uma e duas lavagens observou-se respectivamente 0,083 e 0,099 mg de malonaldeído/kg. O mesmo comportamento foi observado com CMS de tilápias do Nilo por Kirschnik e Macedo-Viegas (2009).

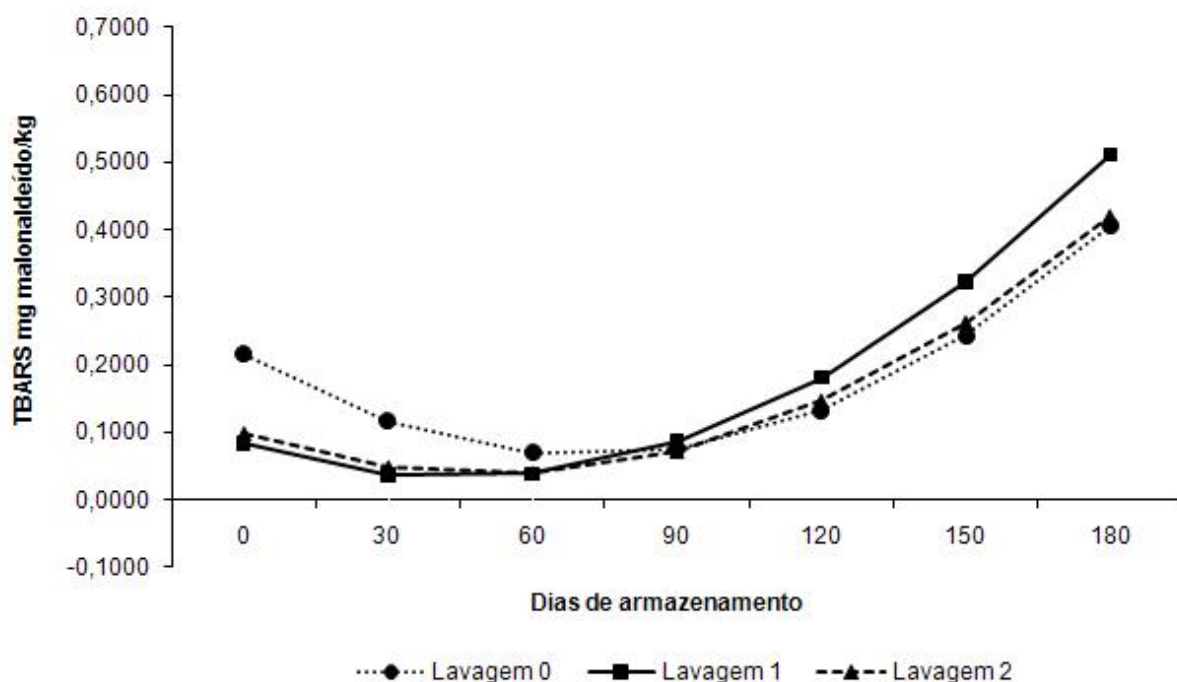


Figura 11 - Valores de TBARS (mg de malonaldeído/kg) nas CMS de bagre africano sem lavar, com 1 e com 2 lavagens durante o período de estocagem.

Houve interação significativa entre o tempo de estocagem e o número de lavagens. Nos três tratamentos houve uma queda significativa nos valores até os 60 dias de estocagem, 0,070; 0,038 e 0,041 mg de malonaldeído/kg nas CMS sem

lavar, com 1 e 2 lavagens respectivamente. Após esse período, os valores crescem de forma significativa até os 150 dias e aos os 180 dias de armazenamento não há mudança significativa entre os valores, atingindo valores de 0,405; 0,511 e 0,420 mg de malonaldeído/kg nas CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens respectivamente. A legislação brasileira não indica um limite de oxidação lipídica avaliado pelo método de TBARS para CMS de pescado. Porém segundo Al-Kahtani et al., (1996), o pescado pode ser considerado em bom estado de consumo, quando apresentar valores abaixo de 3 mg de malonaldeído/kg de amostra, Ke et al¹., (1984 *apud*. Fogaça, 2009) reporta que para valores abaixo de 0,576 mg de malonaldeído/kg, a taxa de oxidação é baixa ou indica nenhuma rancificação; entre 0,648 e 1,44 mg de malonaldeído/kg é leve, e valores superiores a 1,51mg de malonaldeído/kg são classificados como inaceitáveis. Kelleher et al²., (1994 *apud*. Fogaça, 2009) observaram que valores de 1,5 mg de malonaldeído/kg são acompanhados de odor desagradável. Os valores encontrados no final do período de armazenamento no presente trabalho com as CMS de bagre africano (0,405; 0,511 e 0,420 mg de malonaldeído/kg nas CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens respectivamente) estão abaixo dos valores citados anteriormente , podendo-se afirmar que a taxa de rancificação das CMS foi muito baixa.

Valores mais elevados de TBARS encontrados nas CMS com 1 e 2 lavagens também foram observados por Tokur et al., (2006), que avaliaram a qualidade química e sensorial de *fish fingers* de carpa espelho (*Cyprinus carpio*) durante a estocagem sob congelamento. Os autores evidenciaram esse comportamento em seu experimento e afirmam que alguns antioxidantes presentes na carne podem ter sido removidos durante a lavagem, o que explicaria os valores de TBARS mais elevados, no final do período de estocagem, nas CMS lavadas do que na não lavada.

¹KE, P.J.; CERVANTES, E.; ROBLE-MARTINEZ,C. Determination of thiobarbituric acid reactive substances (tbars) in fish tissue by an improved distillation-spectrophotometric method. Journal of the Science and Food Agriculture, v.35, p.1248-1254.1984.

² KELLEHER, S.D.; HULTIN, H.; WILKEN. K.A. Stability of mackerel surimi prepared under lipid stabilizing processing conditions. Journal of Food Science, v.59, n.2, p.269-271. 1994.

O volume de *drip* do descongelamento de todas as CMS (Figura 12) não sofreu alterações significativas durante o período de estocagem, mostrando que o uso de crioprotetor, o congelamento rápido e a baixa temperatura de estocagem podem ter sido capazes de diminuir a desnaturação das proteínas, pois quando há desnaturação protéica ocorre a diminuição da capacidade de retenção de água da CMS e conseqüentemente aumento no volume de *drip* (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Cappeln e Jessen (2001) verificaram que para o bacalhau (*Gadus morhua*), os filés armazenados a -9°C apresentaram maior volume de *drip* do que os filés armazenados a -40°C independentemente das temperaturas de descongelamento (5°C e 25°C). Esses autores explicam que temperaturas de estocagem mais próximas de zero grau levam a uma perda maior de líquido no momento do descongelamento. No presente estudo, as CMS foram congeladas em congelador ultra-rápido a -40°C e armazenadas a -18°C, durante 180 dias, condições bastante satisfatórias para manter a estabilidade das CMS e diminuir a quantidade de *drip* formado no descongelamento.

Gryschek et al., (2003) encontraram valores superiores para CMS de tilápia do Nilo, sendo 11,47%; 19,68% e 13,08% de *drip* para as CMS sem lavar, com 1 e 2 lavagens respectivamente. No presente estudo, o volume de *drip* do descongelamento foi diferente entre os tratamentos, tendo valores médios de 11,82% ($\pm 0,82$) para a CMS sem lavar, 1,59% ($\pm 0,43$) para a CMS com 1 lavagem e 3,50% ($\pm 0,83$) para a CMS com 2 lavagens. A lavagem da CMS proporcionou redução dos valores de *drip*, em comparação à CMS sem lavar, embora a CMS com duas lavagens tenha provocado maior perda, relativamente à CMS lavada uma vez. É interessante notar que os dois ciclos de lavagens proporcionaram teor final de umidade mais elevado que a CMS lavada uma vez (Tabela 9), fato que provocou maior nível de *drip* no descongelamento posterior.

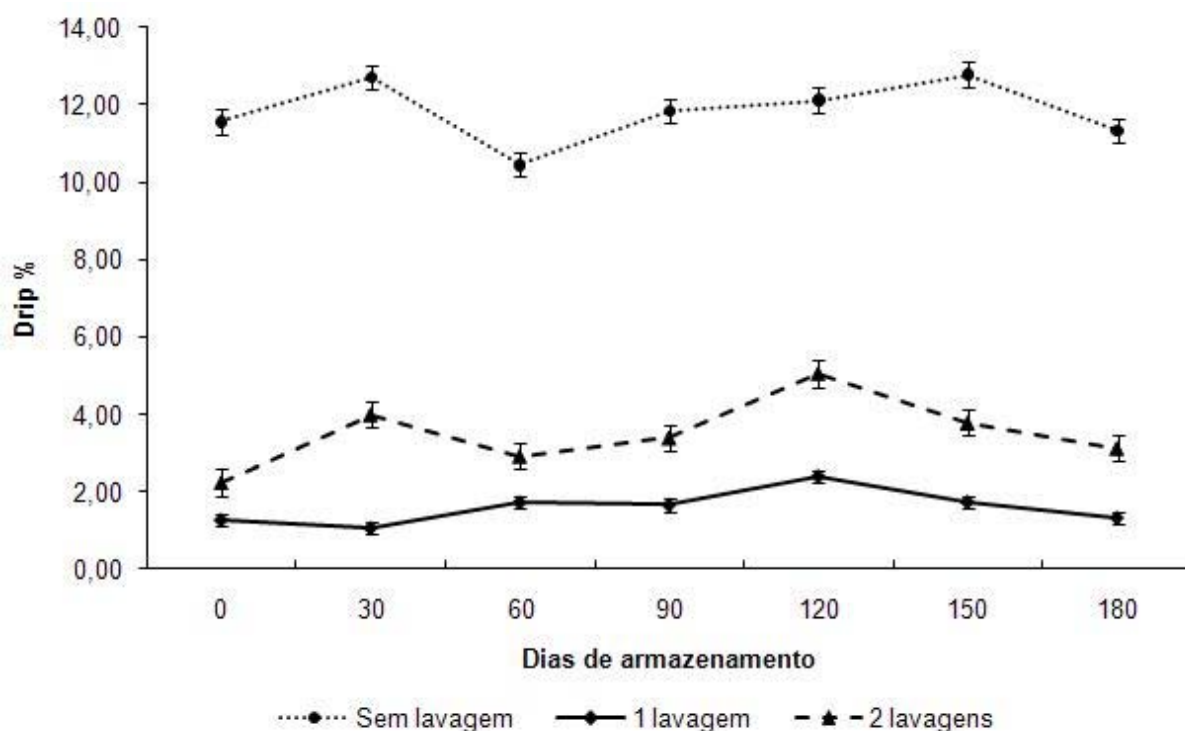


Figura 12 - Valores de drip (%) nas CMS de bagre africano sem lavar, com 1 e com 2 lavagens durante o período de estocagem.

Reddy e Srikar (1991) estudaram os efeitos da estocagem sob congelamento nas propriedades funcionais das proteínas e também observaram aumento do *drip* na CMS de perca rosa (*Nemipterus japonicus*) de 4,85% a 20% no final da estocagem a -18°C por 180 dias. Os autores explicam que a capacidade de retenção de água diminui conforme o avanço do tempo de estocagem, sendo que a quantidade de *drip* geralmente reflete certo grau de desnaturação protéica, que pode ser resultado de uma desidratação da superfície e a ruptura de células pela formação de cristais de gelo.

Os resultados das análises microbiológicas para psicrotróficos estão apresentados na Tabela 10. A legislação brasileira não estabelece limites para psicrotróficos. Porém para o ICMSF (1986) o limite permitido para contagens de psicrotróficos é $\log 7$ UFC/g, portanto, os valores encontrados nos tratamentos ficaram abaixo do limite estabelecido pelo ICMSF.

Tabela 10 - Contagem total em placas de psicrotróficos (log UFC/g) avaliados nas CMS lavadas e não lavadas de bagre africano durante o período de armazenamento.

CMS	Dias de armazenamento						
	0 D	30 D	60 D	90 D	120 D	150 D	180 D
Sem lavagem	2,36 ^{aA}	0,14 ^{aB}	0,18 ^{aB}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{aB}	0,00 ^{aB}	0,00 ^{aB}
	±1,85	±0,40	±0,40	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00
1 lavagem	1,06 ^{bA}	0,33 ^{aABC}	0,20 ^{aBC}	0,99 ^{aAB}	0,00 ^{aC}	0,00 ^{aC}	0,00 ^{aC}
	±1,08	±0,63	±0,45	±1,60	±0,00	±0,00	±0,00
2 lavagens	0,59 ^{bA}	0,18 ^{aAB}	0,23 ^{aAB}	0,00 ^{bB}	0,00 ^{aB}	0,00 ^{aB}	0,00 ^{aB}
	±0,85	±0,54	±0,52	±0,00	±0,00	±0,00	±0,00

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Entre tratamentos os menores valores foram encontrados nas CMS com 1 e 2 lavagens, indicando que o processo de lavagem pode influenciar positivamente na remoção de microrganismos. Jesus et al., (2001) observaram em CMS de peixes amazônicos a diminuição dos valores médios das contagens de psicrotróficos de log 5,89 UFC/g no início da estocagem, para log 4,32 UFC/g no final de 120 dias de armazenamento.

4.2.4. Composição centesimal dos *fishburgers*

Assim como na matéria-prima, foram observados menores teores de proteína, lipídeos e cinzas, e o aumento significativo de umidade, entre os tratamentos (Tabela 11). Os teores de proteína e cinzas foram aumentados pela adição de proteína de soja texturizada, amido, sal e condimentos na formulação. A proteína bruta aumentou de 15,86% na CMS sem lavar, para 16,60% no *fishburger* correspondente e de 14,89% na CMS com uma lavagem para 16,05% no *fishburger* com CMS lavada uma vez. Como descrito por Gryscek (2001), a proteína texturizada de soja tem propriedades funcionais que conferem aos produtos uma melhor retenção de umidade, textura, liga e coesão, além do maior teor protéico.

Tabela 11 - Valores médios da composição centesimal dos *fishburgers* lavados e não lavados de CMS de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	Umidade (%)	Proteína bruta (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)
Sem lavagem	72,68±0,07 ^c	16,60±0,60 ^a	3,46±0,03 ^a	3,11±0,11 ^a
1 lavagem	74,11±0,25 ^b	16,05±0,35 ^a	2,75±0,03 ^b	2,37±0,07 ^b
2 lavagens	77,47±0,06 ^a	13,49±0,36 ^b	2,72±0,05 ^b	2,44±0,29 ^b

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5% probabilidade).

Tokur et al., (2006) encontraram valores de 68,5% e 70,23% de umidade para o produto elaborado com a carne de carpa sem lavar e lavada respectivamente, e também registraram, como neste estudo com bagre africano, diminuição significativa nos teores de proteína, lipídeos e cinzas como resultados da lavagem da carne.

Gryschek (2001) estudou a estabilidade ao congelamento de CMS elaboradas com tilápia nilótica, e também obteve maiores teores de umidade no *fishburger* das CMS lavadas, sendo 83,02% e 81,87% para os *fishburgers* de CMS com 2 e 1 lavagem respectivamente e 75,57% para os *fishburgers* de CMS sem lavar. O autor também evidenciou a diminuição nos teores de proteína, lipídeos e cinzas nos produtos conforme as lavagens da matéria-prima. Assim como neste trabalho era esperado o aumento significativo da umidade, pela incorporação de água pelas lavagens.

4.2.5. Análises microbiológicas dos *fishburgers*

Nas análises microbiológicas dos *fishburgers* foi constatada a ausência de *Salmonella* e *Staphylococcus aureus* coagulase positiva e para coliformes a 45°C contagens inferiores a 3 NMP/g de amostra. Conforme a legislação brasileira (BRASIL, 2001), produtos à base de pescado congelados podem apresentar os seguintes limites de contaminação bacteriana: *Staphylococcus aureus* coagulase positiva máximo de 5×10^2 UFC/g, *Salmonella* ausência em 25g, coliformes a 45°C máximo de 10^2 NMP/g não havendo limites para coliformes a 35°C e contagem total de psicotróficos.

Segundo Simões et al., (2007) o habitat da *Salmonella* é o trato intestinal e sua presença indica provável contaminação fecal de fontes humanas ou animais. No alimento é oriunda normalmente do manuseio ou contato com superfícies

higienizadas inadequadamente, sendo a presença de *Salmonella* razão suficiente para que a amostra seja condenada. Conforme estes autores o *Staphylococcus aureus* é um dos agentes patogênicos mais comuns, responsável por surtos de origem alimentar, sendo normalmente transmitido aos alimentos por manipuladores. A ausência de *S. aureus* coagulase positiva indica que os produtos deste estudo foram processados de maneira higiênica.

Observa-se redução nos valores médios das contagens de psicotróficos durante o período de estocagem (Tabela 12), principalmente do dia 90 ao 180. A legislação brasileira não estabelece limites de psicotróficos em produtos derivados de pescado. O ICMSF estabelece limite de log 7 UFC/g de psicotróficos em produtos derivados de pescado congelados (ICMSF, 1986).

Tabela 12 - Contagens totais em placa de psicotróficos (log UFC/g) avaliadas nos *fishburgers* obtidos das CMS lavadas e não lavadas de bagre africano durante o período de armazenamento.

<i>Fishburger</i>	Dias de armazenamento da CMS		
	0 D	90 D	180 D
Sem lavagem	1,20±1,39	1,80±2,09	0,82±0,52
1 lavagem	1,91±1,69	0,93±1,48	0,17±0,48
2 lavagens	1,77±1,82	0,81±1,00	0,00±0,00

4.2.6. Análise sensorial dos *fishburgers*

Não foram encontradas diferenças durante o tempo de armazenamento da CMS por 180 dias para os atributos sensoriais de odor, cor, sabor, textura e aceitação global dos *fishburgers* (Tabelas 13, 14, 15, 16 e 17). Embora não tenham ocorrido diferenças sensoriais dos *fishburgers* elaborados com as CMS estocadas por até 180 dias, a aceitabilidade dos produtos foi boa, pois os provadores atribuíram notas acima de 5 (corresponde a nem gostei/nem desgostei), em uma escala de 1 a 9 pontos.

Para o atributo odor não houve diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos e nem durante o período de estocagem. O odor é a propriedade organoléptica perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas (FERREIRA et

al., 2000). No presente estudo, as menores notas foram atribuídas aos produtos elaborados com CMS sem lavar, com exceção para o odor, onde os provadores preferiram os produtos sem lavar e com 1 lavagem, pois estes mantiveram o odor característico do peixe, no produto elaborado com CMS lavada 2 vezes, provavelmente os compostos responsáveis pelo odor do peixe foram lixiviadas com a água.

Tabela 13 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo odor dos *fishburgers* com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	0 D	90 D	180 D
Sem lavagem	7,10±1,56 ^{aA}	7,13±1,41 ^{aA}	6,93±1,46 ^{aA}
1 lavagem	6,83±1,78 ^{aA}	7,40±1,35 ^{aA}	6,86±1,69 ^{aA}
2 lavagens	6,90±1,81 ^{aA}	6,90±1,65 ^{aA}	6,63±1,67 ^{aA}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Escala Hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo.

Para o atributo cor houve diferença apenas entre tratamentos no tempo zero na qual os *fishburgers* elaborados com CMS com 1 e 2 lavagens foram mais bem aceitos, (gostei ligeiramente) do que os *fishburgers* elaborados com CMS sem lavar (nem gostei/nem desgostei). Os provadores preferiram a cor dos *fishburgers* mais claros, do que os *fishburgers* de coloração mais escura (Tabela 14). Com as lavagens da CMS, os *fishburgers* ficaram mais claros que os elaborados com CMS sem lavar (Figura 13).

Tabela 14 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo cor dos *fishburgers* com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	0 D	90 D	180 D
Sem lavagem	5,53±2,19 ^{bA}	6,10±1,77 ^{aA}	5,66±1,89 ^{aA}
1 lavagem	6,63±1,77 ^{abA}	6,57±1,57 ^{aA}	6,56±1,69 ^{aA}
2 lavagens	6,73±1,82 ^{aA}	6,50±1,59 ^{aA}	6,08±1,57 ^{aA}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Escala Hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo.



Figura 13 – Amostras de *fishburgers* elaborados com CMS sem lavar, uma lavagem e duas lavagens (da esquerda para a direita) depois de frito.

Segundo Ferreira et al., (2000) e Meilgaard et al., (1999) a aparência é o que influencia na opinião do consumidor com relação a outros atributos do produto, na sua decisão de compra e conseqüente consumo ou não. Os primeiros autores explicam que o consumidor espera que o produto tenha a cor que o caracteriza e reluta em consumir quando esta é diferente em tonalidade ou intensidade do esperado. Tal situação pode ser observada no presente estudo, uma vez que os provadores preferiram a cor dos *fishburgers* elaborados com CMS lavada, provavelmente por associarem que o hambúrguer de peixe deveria ter coloração mais clara, pois os *fishburgers* de CMS sem lavar assemelham-se aos

hambúrgueres de carne bovina e receberam valor médio de 5,53 (nem gostei/nem desgostei).

Tabela 15 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo sabor dos *fishburgers* com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	0	90	180
Sem lavagem	6,73±2,06 ^{aA}	6,97±1,38 ^{aA}	7,20±1,41 ^{aA}
1 lavagem	7,23±1,52 ^{aA}	7,10±1,52 ^{aA}	6,80±1,74 ^{abA}
2 lavagens	6,43±2,37 ^{aA}	6,87±1,43 ^{aA}	6,16±1,70 ^{bA}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Escala Hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo.

Para o atributo sabor houve diferença ($p < 0,05$) entre os *fishburgers* de CMS sem lavar (gostei moderadamente) e os *fishburgers* de CMS com 2 lavagens (gostei ligeiramente) aos de 180 dias de armazenamento. (Tabela 15). As notas atribuídas pelos provadores a este atributo foram maiores que as notas dos outros atributos (cor, textura) e semelhantes ao odor, o que pode significar que embora a cor seja importante na aceitação de um produto, atributos que dependem não só da avaliação visual (como odor e sabor) podem ser influentes na decisão de consumir ou não um produto. Provavelmente os provadores preferirem os *fishburgers* de CMS sem lavar que apresentaram um sabor mais acentuado de peixe. Segundo Ferreira et al., (2000) o sabor dos alimentos é uma experiência mista, de sensações olfativas, gustativas, táteis e também segundo Meilgaard et al., (1999) químicas, pela estimulação nervosa nas membranas bucais e cavidade nasal percebidas durante a degustação.

A textura dos *fishburgers* apresentou diferença com a lavagem da CMS (Tabela 16), somente aos 180 dias de armazenamento. Os provadores preferiram os *fishburgers* elaborados com CMS sem lavar e com 1 lavagem estocadas por 180 dias quando comparadas aos produzidos de CMS com 2 lavagens. Este fato pode ter sido ocasionado devido a teores de umidade mais altos nas CMS lavadas e mesmo com a adição de proteína de soja texturizada não foi possível fornecer ao produto uma textura adequada.

Tabela 16 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo textura dos *fishburgers* com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	0	90	180
Sem lavagem	6,23±1,92 ^{aA}	6,33±1,40 ^{aA}	7,10±1,16 ^{aA}
1 lavagem	6,83±1,93 ^{aA}	6,77±1,59 ^{aA}	6,73±1,36 ^{abA}
2 lavagens	6,03±2,03 ^{aA}	6,43±1,57 ^{aA}	6,06±1,55 ^{bA}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Escala Hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo.

Mishra e Rai (2006) explicam que a adição de amido, como a fécula de mandioca, proporciona mudanças desejáveis na textura, pois são capazes de reter água melhorando a suculência do produto. Segundo Ferreira et al., (2000) a textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento perceptível pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

Houve diferença ($p < 0,05$) para o atributo aceitação global entre os *fishburgers* de CMS com 1 e 2 lavagens aos 180 dias de armazenamento da CMS.

Tabela 17 - Médias dos resultados dos testes de aceitabilidade para o atributo aceitação global dos *fishburgers* com CMS lavadas e não lavadas de bagre africano.

<i>Fishburger</i>	0 D	90 D	180 D
Sem lavagem	6,27±1,75 ^{aA}	6,54±1,45 ^{aA}	6,97±1,43 ^{aA}
1 lavagem	6,86±1,53 ^{aA}	7,00±1,41 ^{aA}	6,79±1,56 ^{aA}
2 lavagens	6,52±1,92 ^{aA}	6,57±1,53 ^{aA}	6,20±1,37 ^{bA}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Escala Hedônica: 1 = desgostei muitíssimo; 2 = desgostei muito; 3 = desgostei moderadamente; 4 = desgostei ligeiramente; 5 = nem gostei/nem desgostei; 6 = gostei ligeiramente; 7 = gostei moderadamente; 8 = gostei muito; 9 = gostei muitíssimo.

Vários autores relataram que os produtos por eles elaborados foram bem aceitos, como Gryscek (2001) que obteve boa aceitação de *fishburgers* de CMS sem lavar e lavada de tilápia nilótica e tilápia vermelha, e Kirschnik (2007) que também observou bons resultados nos testes de aceitação global de *nuggets* de

CMS obtida de tilápias evisceradas e decapitadas e de CMS obtida de carcaças de tilápia. Tokur et al., (2006) avaliaram os atributos cor, odor, sabor e aceitação global de *fish fingers* de carpa espelho conseguindo bons resultados e os produtos foram bem aceitos, contudo observaram um decréscimo significativo na avaliação dos produtos durante os 5 meses de estocagem sob congelamento, fato que não ocorreu no presente estudo com o *fishburger* de bagre africano.

Neste trabalho, as menores notas foram atribuídas aos produtos elaborados com CMS sem lavar, com exceção para o odor, onde os provadores preferiram os produtos sem lavar e com uma lavagem, pois estes mantiveram o odor característico do peixe. No produto elaborado com CMS lavada duas vezes, provavelmente os compostos responsáveis pelo odor do peixe foram lixiviadas com a água. O sabor dos *fishburgers* das CMS lavadas foi mais bem aceito, já que as substâncias responsáveis pelo *flavor* foram retiradas nos dois ciclos de lavagens e o tempero foi melhor incorporado nesses dois tratamentos. Para o atributo aceitação global não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando que os três produtos foram bem aceitos pelos provadores, porém o *fishburger* com uma e duas lavagens obtiveram notas maiores aos 180 dias de armazenamento.

5. CONCLUSÃO

A lavagem promove mudanças na composição centesimal da CMS, tais como aumento da umidade devido ao aumento da capacidade de retenção de água pelas proteínas miofibrilares, perda de proteína, gordura e cinzas pela lixiviação desses componentes. As CMS mantiveram-se estáveis durante a estocagem a -18°C por 180 dias, indicando sua viabilidade na formulação de produtos a partir da CMS estocada congelada por até 180 dias.

Nos *fishburgers* as mudanças foram semelhantes, ou seja, obtiveram-se produtos mais úmidos e com diminuição de proteína, lipídeos e cinzas, quando comparados à matéria-prima sem lavar. Os *fishburgers* foram bem aceitos durante todo período de estocagem da CMS, e o produto elaborado com CMS lavada apenas uma vez foi melhor aceito quanto à aceitação global.

O bagre africano, uma espécie sub-utilizada, pode ser uma alternativa para obtenção da CMS, pois este peixe possui a carne com baixo teor de gordura e elevado teor de proteína, sendo uma excelente fonte para elaboração de produtos com valor agregado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADU, G.A.; BABBIT, J.K.; CRAWFORD, D.L. Effect of washing on the nutritional and quality characteristics of dried minced rockfish flesh. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p. 1053-1055. 1983.

AL-BANDAK, G. et al. Antimicrobial and antioxidant activity of *Majorana syriaca* in yellowfin tuna. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.44, p.373-379, 2009.

AL-KAHTANI, H. A.; ABU-TARBOUSH, H. M.; BAJABER, A. S. Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 729-733, 1996.

ANZUATEGUI, I. A.; VALVERDE, C.C. Bagre africano. In: _____. **Rações pré-calculadas para organismos aquáticos**: peixes tropicais, trutas, rãs e camarões de água doce. Guaíba: Agropecuária, 1998. Cap.1, p.15-27.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, 1994.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods**. 3.ed. Washington, 1992.

AYALA, M.E. Estructura y composición química del pescado. In: **Curso Tecnología de procesamiento de surimi**. Paita, Peru: Instituto Tecnológico Pesquero del Peru, 2002. p. 1-22.

BELIBAGLI, K.B.; SPEERS, R.A.; PAULSON, A.T. Thermophysical properties of silver hake and mackerel surimi at cooking temperatures. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.60, p. 439-448, 2003.

BENJAKUL, S. et al. Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. **Food Chemistry**, London, v. 90, p. 231-239, 2005.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2001, 143p.

BORDERIAS, A.J.; TEJADA, M. El surimi. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v.27, n.1, p.1-14, 1987.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. Divisão de normas técnicas. Brasília, 1997. **Decreto n.30.691 de 29 de março de 1952**. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Título VII, capítulo VII, sessão I.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Brasília, 2001. **Resolução RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001** – Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2001, seção I.

BURGESS, G.H.O. **El pescado y las industrias derivadas de la pesca**. Zaragoza: Acribia, 1979. p.144.

CAPPELN, G.; JESSEN, F. Glycolysis and ATP degradation in cod (*Gadus morhua*) at subzero temperatures in relation to thaw rigor. **Lebensm.-Wiss.u.-Technol.**, v.34, p.81-88, 2001.

CAKLI, S. et al. Production and quality of fish fingers from different fish species. **European Food Research Technology**, v.220, p.526-530, 2005.

CARVAJAL, P.A.; MCDONALD, G.A.; LANIER, T.C. Cryostabilization mechanism of fish muscle proteins by maltodextrins. **Cryobiology**, v. 38, p. 16-26, 1999.

CASTRO, P. et al. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. **Food Control**, Guildford, v.17, p. 245-248, 2006.

CONTRERAS-GUZMAN, E.S. **Bioquímica de pescados e invertebrados**. CECTA-USACH, Santiago, Chile, 2002. 309p.

CREPALDI, D.V. et al. Rendimento de carcaça em surubim (*Pseudoplatystoma spp.*) avaliado por ultra-som. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.813-824, out./dez., 2008.

ERSOY, B.; ÖZEREN, A. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. **Food Chemistry**, London, v. 115, p. 419-422, 2009.

EVANGELISTA, J. Conservação de alimentos. In:_____. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2001. Cap. 9, p. 371-384.

EYMARD, S. et al. Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.85, p. 1750-1756, 2005.

FAO. Food And Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture 2008**. Rome: FAO, 2009.

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL, 2002. 116p.

FERREIRA, V.L.P. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000. 127p.

FOGAÇA, F.H.S. **Caracterização de surimi de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*): morfologia, propriedades físico-químicas e sensoriais**. 2009, 75f. Tese (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

GERMAN, J.B.; KINSELLA, J.E. Lipid oxidation in fish tissue: enzymatic initiation via lipoxygenase. **Journal of Agriculture Food Chemists**, v.33, n.4, p.680-683, 1985.

GRYSCHK, S.F.; OETTERER, M.; GALLO, C.R. Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*). **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.12, n.3, p.57-69, 2003.

GRYSCHK, S.F.B. **Obtenção, caracterização e estabilidade ao congelamento de minces elaborados com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) e tilápia vermelha (*Oreochromis spp.*)**. 2001. 84f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

HOWGATE, P. Determination of total volatile bases. Torry Research Station. Aberdeen, TD564, Appendix 4, 1976.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da confederação.** Brasília: Ibama, 2008, 174p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2005 Brasil: grandes regiões e unidades da confederação.** Brasília: Ibama, 2007, 147p.

ICMSF – International Commission on Microbiological Specification for Foods. **Microorganisms in foods 2. Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications.** 2.ed. Toronto: University of Toronto Press, 1986.193 p.

JESUS, R.S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade química e microbiológica de *minced fish* de peixes amazônicos durante o congelamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p.144-148, maio./ago, 2001.

KARTHIKEYAN, M. et al. Physico-chemical and functional properties of proteins from pelagic fatty fish (*Sardinella longiceps*) as a function of water washing. **International Journal of Food Properties**, v.7, n.3, p.353-365, 2004.

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*).** 2007, 92f. Tese (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KIRSCHNIK, P.G.; MACEDO-VIEGAS, E.M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p. 200-206, jan./mar., 2009.

KUHN, C.R.; SOARES, G.J.D. Proteases e inibidores no processamento de *surimi*. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.8, n.1, p. 5-11, jan./abr., 2002.

LANIER, T.C. Functional properties of *surimi*. **Food Technology**, Chicago, p. 107-124, 1986.

LEE, C.M. *Surimi* manufacturing and fabrication of *surimi*-based products. **Food Technology**, Chicago, p. 115-124, 1986.

LEE, C.M. *Surimi* process technology. **Food Technology**, Chicago, p. 69-80, 1984.

MACEDO-VIEGAS, E.M.; SOUZA, M.L.R. Pré-processamento e conservação de peixes cultivados. In: CYRINO, J.E.P. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Tecart, 2004. Cap. 14, p. 405-415.

MARCHI, J.F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa e surimi produzidos a partir de tilápia Nilótica, *Oreochromis niloticus***. 1997. 85f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MARENGONI, N.G.; SOUZA, M.L.R.; CAÇADOR, W.C. Rendimento de filetagem de bagre africano *Clarias gariepinus* e bagre americano *Ictalurus punctatus*. In: Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Maringá: SBPC, 1998. p. 523-524

MEDINA, J.R.; GARROTE, R.L. The effect of two cryoprotectant mixtures on frozen surubí *surimi*. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v.19, n.4, p. 419-424, 2002.

MEDINA, I. et al. Effect of hydroxycinnamic acids on lipid oxidation and protein changes as well as water holding capacity in frozen minced horse mackerel white muscle. **Food Chemistry**, London, v. 114, p.881-888, 2009.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, T.B. **Sensory evaluation techniques**. 3.ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 1999. 387p.

MISHRA, S.; RAI, T. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.20, p. 557-566, 2006.

MORAIS, C.; MARTINS, J.F.P. Considerações sobre o aproveitamento de sobras de industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.3, p.253-281, 1981.

MUNASINGHE, D.; OHKUBO, T.; SAKAI, T. The lipid peroxidation induced changes of protein in refrigerated yellowtail minced meat. **Fisheries Science**, Tokyo, v.17, p. 462-464, 2005.

NEIVA, C.R.P. **Obtenção e caracterização de minced fish de sardinha e sua estabilidade durante a estocagem sob congelamento.** 2003. 78f. Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, A.A.Z.C.; GRYSCHKEK, S.B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado cultivado. In: Cyrino, J.E.P. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: Tecart, 2004, p. 481-500.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca.** São Paulo: Varela, 1999. 430p.

OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, P.R.C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo.** 2009, 115f. Tese (doutorado em Aqüicultura) – Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

ORDÓÑEZ, J.A. et al. **Tecnologia de Alimentos:** alimentos de origem animal. São Paulo: Artmed, 2005. v.2.

OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.4, p.655-663, 2005.

OZÓRIO, R.O.A.; AVNIMELECH, Y.; CASTAGNOLLI, N. Sistemas intensivos fechados de produção de peixes. In: CYRINO, J.E.P., et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: Tecart, 2004, p.11-15.

PARK, J.W.; LIN, T.M.J. *Surimi*: manufacturing and evaluation. In: PARK, J.W. **Surimi and surimi seafood.** 2.ed. London: Taylor and Francis Group, CRC, 2005. Cap. 2, p.33-106.

PEARSON, A.M. et al. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.121-129, 1983.

RACCACH, M.; BAKER, R.C. Microbial properties of mechanical deboned fish flesh. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p. 1675-1677, 1978.

REDDY, G.V.S.; SRIKAR, L.N. Preprocessing ice storage effects on functional properties of fish mince protein. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, n. 4, 1991.

RIBEIRO, R.P. Espécies exóticas. In: Moreira, H.L.M. et al. **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: ULBRA, 2001. p. 115-116.

RIBEIRO, R.P.; PAVANELLI, C.S. Classificação sistemática dos peixes. In: Moreira, H.L.M. et al. **Fundamentos da moderna aqüicultura**. Canoas: ULBRA, 2001. p. 11-14.

RODRÍGUEZ-HERRERA, J. et al. Possible role for cryostabilizers in preventing protein and lipid alterations in frozen-stored minced muscle of Atlantic mackerel. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, p. 3324-3333, 2006.

ROSA, R.; BANDARRA, N.M.; NUNES, M.L. Nutritional quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822): a positive criterion for the future development of the European production of *Siluroidei*. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.42, p. 342-351, 2007.

SÁNCHEZ-ALONSO, I. et al. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: evaluation by different methodologies. **Food Chemistry**, London, v.101, p. 372-378, 2007.

SANTO, R.M.; COSTA, R.N.; REGULY, C.J. **Preparo de alimentos prontos e quase prontos à base de pescado, para consumo institucional**. Rio Grande do Sul: Fundação Universidade Rio Grande, 1980, 59 p.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedade, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996, p. 295-327.

SIKORSKI, Z. E. **Tecnología de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación**. Zaragoza: Acribia, S.A., 1990, 330p.

SIMÕES, D.R.S. et al. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n. 4, p.414-420, out./dez., 1998.

SIMÕES, M.R. et al. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.3, p.608-613, jul./set., 2007.

SINI, T.K. et al. Changes in the characteristics of rohu fish (*Labeo rohita*) sausage during storage at different temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v.32, p. 429-442, 2008.

SOUZA, M.L.R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1076-1084, 2002.

SOUZA, M.L.R. et al. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.27-36, 2004.

SOUZA, M.L.R. et al. Estudo de carcaça do bagre africano (*Clarias gariepinus*) em diferentes categorias de peso. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p. 637-644, 1999.

STONE, A.P.; STANLEY, D.W. Mechanisms of fish muscle gelation. **Food Research International**, Barking, v.25, p.381-388, 1992.

SUÁREZ-MAHECHA, H. et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.28, n.1, p.101-110, 2002.

SUMMO, C.; CAPONIO, F.; PASQUALONE, A. Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. **Meat Science**, Barking, v.74, p.249-254, 2006.

SUZUKI, T. **Tecnologia de las proteínas de pescado e krill**. Zaragoza: Acribia, 1987 p. 230.

TENUTA-FILHO, A; JESUS, R.S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v.37, n.2, p. 59-64, jul./dez., 2003.

TOKUR, B. et al. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18°C). **Food Chemistry**, London, v.99, p.335-341, 2006.

VIDOTTI, R.M.; CARNEIRO, D.J.; MACEDO-VIEGAS, E.M. Growth rate of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing codried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, Binghamton, v.12, n.4, p.77-78, 2002.

VIDOTTI, R.M.; VIEGAS, E.M.M.; CARNEIRO, D.J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.105, p.199-204, 2003.

VISSANGUAN, W. et al. Physicochemical changes and mechanism of heat-induced gelation of arrowtooth flounder myosin. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v.48, p. 1016-1023, 2000.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete-Scifen Anstrichmettel**, Hamburgo, v.72, n.12, p. 1084-1087. 1970.

WILLES, J.L.; GREEN, B.W.; BRYANT, R. Texture profile analysis and composition of a minced catfish product. **Journal of Texture Studies**, Westport, v.35, p.325-337. 2004.

YERLIKAYA, P.; GOKOGLU, N.; URAN, H. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. **European Food Research Technology**, v. 220, p.287-291. 2005.

ZAITSEV, V. et al. **Fish curing and processing**. Honolulu: University Press of the Pacific, 2004. 737p.