

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

JOVANA SILVA GARBELINI ZUANAZZI

Aditivos na conservação de CMS e estabilidade de empanados de pacu de tanques-rede do Pantanal

Toledo

2013

JOVANA SILVA GARBELINI ZUANAZZI

Aditivos na conservação de CMS e estabilidade de empanados de pacu de tanques-rede do Pantanal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. *Ph.D.* Nilton Garcia Marengoni
Coorientador: Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara

Toledo

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOVANA SILVA GARBELINI ZUANAZZI

Aditivos na conservação de CMS e estabilidade de empanados de pacu de tanques-rede do Pantanal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

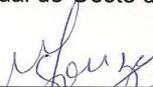
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Ph.D. Nilton Garcia Marengoni
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)



Profª Drª Yolanda Lopes da Silva
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Profª Drª Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco
Universidade Estadual de Maringá



Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara
Embrapa Pantanal

Aprovada em: 28 de agosto de 2013.

Local de defesa: Anfiteatro da UNIOESTE *campus* de Marechal Cândido Rondon.

*Aos meus pais Guerino e Vera, que nunca mediram
esforços para me apoiar em meus estudos.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus irmãos Geraldo e Talita pelo carinho e incentivo.

Ao meu esposo Kenndel Zuanazzi pela paciência, amor e compreensão que foram fundamentais neste período.

Ao Professor Nilton Garcia Marengoni pela orientação, ensinamentos, correções e diversas outras contribuições imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador, Professor Jorge Antônio Ferreira de Lara, pela orientação, ensinamentos e amizade.

À Embrapa Pantanal que não só financiou como permitiu a utilização de suas instalações e equipamentos do Laboratório de Carnes para que este projeto fosse realizado. É uma honra fazer parte desta equipe.

Ao Pesquisador da Embrapa Pantanal Dr. Urbano Gomes Pinto de Abreu pelo auxílio no delineamento experimental e análise estatística.

Ao Pesquisador da Embrapa Pantanal Dr. Flávio Nascimento pelo fornecimento da matéria-prima.

Ao Dr. Fábio Bittencourt, Dr. Altevir Signor, Dr^a Maria Luiza Rodrigues de Souza Franco e Dr^a Yolanda Lopes da Silva pelas contribuições nas correções e sugestões, que permitiram o aprimoramento deste trabalho.

Ao secretário da Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca Luizinho, pelo apoio no requerimento de documentos e pelos bons momentos de descontração.

Aos assistentes de laboratório da Embrapa Pantanal Miguel Ageu e Augusto Galvão pelo auxílio durante as análises.

Ao supervisor de laboratório da Embrapa Pantanal Sr. Antônio Arantes por todo apoio prestado durante o decorrer do experimento.

Às estagiárias Naiara, Ilva e Lorena por sempre estarem dispostas a ajudar.

Às amigas Gisele e Rosileide pela amizade e momentos de descontração.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca pelo companheirismo.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela oportunidade de aprimoramento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa.

Especialmente à Dr^a Ádina Botazzo Delbem pelos ensinamentos, amizade e confiança prestada ao longo destes sete anos de convivência, exemplo de profissionalismo e dedicação demonstrada. Agradeço também pelos “puxões de orelha” que foram muito importantes para minha formação e pelas oportunidades que me foram oferecidas de crescer e amadurecer. Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram e participaram de mais uma etapa da minha vida.

Muito Obrigada!

ADITIVOS NA CONSERVAÇÃO DE CMS E ESTABILIDADE DE EMPANADOS DE PACU DE TANQUES-REDE DO PANTANAL

RESUMO GERAL

O presente estudo está dividido em dois artigos científicos. O primeiro artigo teve como objetivos avaliar a carne mecanicamente separada (CMS) de pacu com adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio, e verificar algumas de suas propriedades físicas e químicas nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C . O segundo artigo trata-se da elaboração de empanado a partir da CMS de pacu, avaliando os parâmetros físicos, químicos, sensoriais e microbiológicos nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C . As amostras da carne mecanicamente separada foram divididas em quatro tratamentos verificando sua estabilidade ao longo dos meses. As análises realizadas foram a determinação de pH, cor valor (L^* , a^* e b^*), capacidade de retenção de água (CRA), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), atividade de água (A_w) e composição centesimal em quatro tratamentos diferentes utilizando 0,1% de eritorbato de sódio + 0,5% de tripolifosfato de sódio, 0,1% de eritorbato de sódio, 0,5% de tripolifosfato de sódio e sem aditivos. Os empanados foram elaborados segundo formulação específica e submetidos às análises microbiológicas, físicas e químicas e sensoriais. Conclui-se que a adição de eritorbato de sódio elevou de forma significativa a A_w , a CRA e o IFM até o trigésimo dia de armazenamento da CMS. A adição de tripolifosfato teve influência no valor do pH e na CRA, onde manteve por mais tempo estável o primeiro parâmetro e reduziu a tendência de queda do valor do segundo. O tempo de armazenamento influenciou de forma diferente os parâmetros analisados. A A_w e o valor L^* sofreram as maiores diminuições no início do armazenamento da CMS, enquanto a CRA e o IFM tiveram a tendência de redução contínua ao longo do tempo. O emprego combinado de eritorbato e tripolifosfato de sódio foi o mais eficiente, pois promoveu o desejável aumento da CRA da CMS enquanto os outros tratamentos apresentaram tendência à queda do valor deste parâmetro. A oxidação lipídica no empanado de pacu armazenado a -18°C foi baixa, não indicando nenhuma taxa de rancificação no produto. Os resultados da análise microbiológica do empanado de CMS de pacu estão nos padrões estabelecidos pela legislação, isso reflete que a manipulação da matéria prima até o produto final foi realizada de forma adequada para o consumo humano. A avaliação sensorial

do empanado de CMS de pacu indicou uma boa aceitação por parte dos provadores, onde mais de 32% destes comprariam com frequência.

Palavras-chave: pescado, empanado, estocagem, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio

ADDITIVES IN THE CONSERVATION OF CMS AND STABILITY OF BREADED PACU CAGES PANTANAL

ABSTRACT

This study is divided into two scientific articles. The first article was to evaluate the mechanically deboned meat of pacu (CMS) with addition of sodium erythorbate and sodium tripolyphosphate and verifying some of its properties physical and chemical in intervals of 0, 30, 60, 90 and 120 days of storage at -18 °C. The second article it is the preparation of breaded from the CMS of pacu, evaluating the parameters physical, chemical, microbiological and sensory in the intervals of 0, 30, 60, 90 and 120 days of storage at -18°C. The samples of mechanically separated meat were divided into four treatments verifying its stability over the months. The data were analyzed to determine pH, color, water-holding capacity (CRA), myofibrillar fragmentation index (IFM), water activity (A_w) and chemical composition in four different treatments using sodium 0.1% of erythorbate + 0.5% of sodium tripolyphosphate, 0.1% of sodium erythorbate, 0.5% of sodium tripolyphosphate, and no additives. The breaded were prepared according to specific wording and subject to the microbiological, physical and chemical properties and sensory. It is concluded that addition of sodium erythorbate increased significantly A_w , CRA and the IFM by the thirtieth day of storage. The addition of tripolyphosphate had an influence on pH and CRA which remained stable for longer the first parameter and reduced tendency to decrease the value of the second. The storage time influenced differently the parameters analyzed. The A_w and the L^* value decreases suffered the greatest at the beginning of storage, while the IFM and CRA tended to decrease continuously over time. The combined use of sodium erythorbate and sodium tripolyphosphate was the most efficient, since promoted the desirable increase in CRA while other treatments tended to decrease the value of this parameter. The lipid oxidation in breaded CMS pacu stored at -18 °C was low, indicating no rate of rancidity in the product. The results of the microbiological analysis of the breaded CMS pacu are the standards set by law; it reflects that the handling of raw materials to the final product was performed adequately for human consumption. The sensory evaluation of breaded of pacu CMS indicated good acceptance by the tasters, where more than 32% would buy the product frequently.

Keywords: fish, breaded, storage, sodium erythorbate, sodium tripolyphosphate

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	16
2.2 Tanques-rede.....	16
2.3 Carne mecanicamente separada (CMS).....	17
2.4 Crioprotetores e antioxidantes.....	18
2.5 Referências.....	19
3 ADITIVOS NA CONSERVAÇÃO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PACU CULTIVADO EM TANQUES-REDE.....	21
3.1 Resumo.....	21
3.2 <i>Abstract</i>	22
3.3 Introdução.....	23
3.4 Material e Métodos.....	24
3.4.1 Obtenção da matéria-prima.....	24
3.4.2 Amostragem no laboratório.....	25
3.4.3 Embalagem, congelamento e armazenamento.....	26
3.4.4 Análises físicas e químicas.....	26
3.4.4.1 Determinação da composição centesimal e pH.....	26
3.4.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA).....	26
3.4.4.3 Análise da cor instrumental.....	27
3.4.4.4 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM).....	28
3.4.4.5 Análise de atividade de água (<i>A_w</i>).....	28
3.4.5 Análise estatística.....	29
3.5 Resultados e Discussão.....	29
3.5.1 Análises físicas e químicas.....	29
3.6 Conclusões.....	43
3.7 Referências.....	44
4 AVALIAÇÃO DE EMPANADO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PACU DURANTE ESTOCAGEM.....	49
4.1 Resumo.....	49
4.2 <i>Abstract</i>	50
4.3 Introdução.....	51
4.4 Material e Métodos.....	52
4.4.1 Obtenção da matéria-prima.....	52
4.4.2 Embalagem, congelamento e armazenamento.....	52
4.4.3 Ingredientes e procedimentos para a elaboração dos empanados.....	53
4.4.4 Análises físicas e químicas.....	54
4.4.4.1 Determinação da composição centesimal e pH.....	54
4.4.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA).....	54
4.4.4.3 Análise da cor instrumental.....	55
4.4.4.4 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM).....	55
4.4.4.5 Análise de atividade de água (<i>A_w</i>).....	56
4.4.4.6 Oxidação lipídica pelo método Tbars.....	56
4.4.4.7 Determinação da força de cisalhamento.....	56
4.4.5 Análise sensorial.....	57

4.4.6 Análises microbiológicas.....	57
4.4.6.1 Preparo das diluições	58
4.4.6.2 Número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais	58
4.4.6.3 Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	58
4.4.6.4 Contagem de psicotróficos	59
4.4.7 Análise estatística	59
4.5 Resultados e Discussão.....	59
4.5.1 Análises físicas e químicas	59
4.5.2 Análise microbiológica.....	65
4.5.3 Análise sensorial.....	67
4.6 Conclusões.....	71
4.7 Referências	71
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Fluxograma de obtenção e armazenamento de CMS de pacu	25
Figura 3.2 Modelo de cor Cielab (KUEHNI, 2004).....	27
Figura 3.3 Valores médios de pH da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	32
Figura 3.4 Valores médios de CRA (%) da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	34
Figura 3.5 Valores médios de IFM da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	36
Figura 3.6 Valores médios de A_w da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	38
Figura 3.7 Valores médios de L^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	39
Figura 3.8 Valores médios de a^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	40
Figura 3.9 Valores médios de b^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.....	42
Figura 4. 1 Perfil de atributos do empanado da carne mecanicamente separada de pacu como textura, sabor, aroma, aparência e cor.	69
Figura 4.2 Distribuição da porcentagem dos consumidores em relação à intenção de compra do empanado da carne mecanicamente separada de pacu.	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 Valores médios e seus respectivos desvios padrões da composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) e de filés de pacu <i>in natura</i>	29
Tabela 3.2 Valores médios e desvio padrão do pH em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	32
Tabela 3.3 Valores médios e desvio padrão da capacidade de retenção de água (CRA em %) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.....	34
Tabela 3.4 Valores médios e desvio padrão do índice de fragmentação miofibrilar (IFM em %) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	35
Tabela 3.5 Valores médios e desvio padrão da atividade de água (A_w) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	37
Tabela 3.6 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental L^* em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	39
Tabela 3.7 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental a^* em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	40
Tabela 3.8 Valores médios e desvios padrão da cor instrumental b^* em CMS de pacu armazenada por 120 dias.	41
Tabela 4.1 Ingredientes para a formulação dos empanados de CMS de pacu.....	53
Tabela 4.2 Valores médios e desvio padrão da composição centesimal do empanado de pacu	60
Tabela 4.3 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental L^* a^* e b^* dos empanados da carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias	61
Tabela 4.4 Valores médios e desvio padrão das análises físicas e químicas dos empanados de carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.	63
Tabela 4.5 Resultado das análises microbiológicas do empanado de pacu armazenado por 120 dias.....	66

ANEXO

ANEXO I. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO EMPANADO DE CMS DE PACU.....	77
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A cadeia do pescado vem apresentando uma expansão em função do aumento da demanda, seguindo uma tendência de alimentação mais equilibrada, com alto valor nutricional. Neste contexto, a carne de pescado ganha cada vez mais o mercado, uma vez que tem proteínas de alto valor biológico e lipídios, que além de ser fonte energética, também são ricos em ácidos graxos poliinsaturados, como os da família ômega 3 (OGAWA; MAIA, 1999).

Apesar da conscientização do ótimo valor nutricional do pescado, sua disponibilidade ao consumidor não acompanha a demanda. É necessária, portanto, a implementação de práticas de conservação e preparo destes gêneros, incluindo peixes de menor porte, bem como aqueles poucos apreciados pelo consumidor, e formulações de produtos com espécies de baixo valor comercial, ou de subprodutos de sua industrialização (MARENGONI et al., 2009).

Sendo assim, o Brasil necessita viabilizar diversas formas de processamento no sentido de identificar novos produtos e oportunidades que visam aumentar a comercialização e o consumo de pescado.

O Pantanal Matogrossense é uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta e está localizado no centro da América do Sul, na bacia hidrográfica do Alto Paraguai. Sua área é de 138.183 km², com 65% de seu território no Estado de Mato Grosso do Sul e 35% no Mato Grosso. A região é uma planície aluvial influenciada por rios que drenam a bacia do Alto Paraguai, onde se desenvolve uma fauna e flora de rara beleza e abundância, influenciada por quatro grandes biomas: Amazônia, Cerrado, Chaco e Mata Atlântica (EMBRAPA, 1997). Pelas suas características e importância esta área foi reconhecida pela UNESCO, no ano 2000, como Reserva da Biosfera, por ser uma das mais exuberantes e diversificadas reservas naturais da Terra.

Entretanto, a produção aquícola por meio da piscicultura na região do Pantanal tem restrições severas. Essa restrição é em virtude da decoada, onde ocorrem os eventos anuais de alteração natural da qualidade da água durante a fase hidrológica de enchente, cuja intensidade varia de acordo com o clima e os padrões de inundação anuais (OLIVEIRA et al., 2013). Por causa desse fenômeno o cultivo de pacu em tanques-rede não pode ultrapassar o período de aproximadamente nove meses e, por causa do menor tempo de terminação, seu

peso na despesca é inferior aos de peixes obtidos em cultivo em tanques-rede de outras regiões.

No entanto, do ponto de vista tecnológico para a elaboração de derivados, os pacus cultivados em tanques-rede apresentou-se em condições desejáveis para o processamento, particularmente para a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) e elaboração do empanado.

O presente estudo está dividido em dois experimentos. O primeiro teve-se como objetivos obter a carne mecanicamente separada de pacu com adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio, e verificar suas propriedades durante os intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C . O segundo experimento trata-se da elaboração de empanado a partir da carne mecanicamente separada de pacu, avaliando os parâmetros físicos, químicos, sensoriais e microbiológicos nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento -18°C .

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O pacu (*Piaractus mesopotamicus*), HOLMBERG (1887), é uma espécie encontrada em grande escala na Bacia do Prata. Essa espécie apresenta uma maior distribuição nas planícies alagadas da região centro-oeste do Pantanal no Mato Grosso. Pode ser considerado um dos peixes de maior valor comercial na pesca e na piscicultura brasileira (OLIVEIRA et al., 1997; BALDISSEROTO; GOMES, 2005).

No Brasil, nos últimos anos tem aumentado a demanda pela criação de peixes em cativeiro. Dentre as espécies nativas destaca-se o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) que apresenta grande potencial para a piscicultura intensiva, devido à adaptabilidade ao cultivo, menor exigência de proteína e reduzidas quantidades de farinha de peixe na ração (FERNANDES et al., 2000).

Uma das características que limita a intensificação da produção da espécie são os espinhos em Y na sua musculatura, no entanto, existem cortes específicos que possibilitam sua retirada e, conseqüentemente viabilizam os cortes do tipo filé. Porém, há outra maneira para a comercialização que é na forma de carne mecanicamente separada (CMS) que possibilita a elaboração de diversos produtos como os hambúrgueres de peixes, empanados, almôndegas, linguiças, entre outros. Essa alternativa pode ser tornar uma forma de aumentar a oferta de produtos à base de pescado estimulando a produção e o consumo de pescado.

2.2 Tanques-rede

Tanques-rede são definidos como estruturas flutuantes delimitadas por redes ou telas, que permitem a passagem livre de água (LIAO; LIM, 2000). Segundo ONO e KUBITZA (2003), a qualidade de água no ambiente onde estão locados os tanques-rede, é fator decisivo ao crescimento, conversão alimentar e saúde dos peixes. Além da qualidade do ambiente aquático, o desempenho do cultivo depende da qualidade dos insumos, das técnicas de manejo da produção e da capacidade técnica. O sistema de criação de peixes em tanques-rede é uma alternativa para a produção racional de peixes, gerando proteína animal de alto valor nutricional em ambientes improdutivos ou pouco produtivos como açudes, rios, lagos e reservatório.

A piscicultura em tanques-rede na região do Pantanal Sul Matogrossense, tema inovador, que ainda precisa ser pesquisado exaustivamente antes de qualquer recomendação, favorável ou desfavorável. Neste sentido, pesquisar esse modelo de produção na região é a melhor forma de verificar sua viabilidade (ZUANAZZI et al., 2013).

2.3 Carne mecanicamente separada (CMS)

De acordo com o *Codex Alimentarius* (FAO/WHO, 1994), a carne mecanicamente separada (CMS) de pescado pode ser definida como sendo um produto obtido a partir de uma única espécie, ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais semelhantes. Isso é feito por meio do processo de separação mecânica da parte comestível, gerando partículas de músculo isenta de ossos, vísceras, escamas e pele. A CMS é produzida por tecnologia própria e não deve ser confundido simplesmente com pescado triturado (NEIVA, 2006).

Na indústria pesqueira, a aplicação desta técnica têm sido uma das alternativas oferecidas ao industrial para a diversificação de seus produtos a base de pescado, sendo um alimento de fácil digestão e fonte de proteínas, minerais, principalmente cálcio e fósforo, vitaminas A, D e complexo B. É um produto que não possui espinhos, característica que atrai muitos consumidores, principalmente para as crianças (KIRSCHNIK, 2007).

As carnes mecanicamente separadas tem se tornado matéria prima para obtenção de vários produtos para consumo humano, como os empanados, salsichas, hambúrgueres, entre outros. Estes produtos são obtidos após o processamento que pode ser manual ou mecanizado dependendo do volume dessas matérias primas (VIDOTTI; GONÇALVES, 2011).

A obtenção da CMS é realizada por meio da utilização de máquinas separadoras de carne e ossos. Um modelo frequentemente utilizado é o que separa a carne por meio de pressão exercida por uma cinta de borracha, contra a superfície externa de um cilindro metálico perfurado com orifícios de 3 a 5 mm de diâmetro. Outro modelo que também pode ser utilizado, separa a CMS por meio de pressão exercida por uma rosca no interior de um cilindro perfurado com orifícios de aproximadamente 1 mm (KIRSCHNIK, 2007).

A produção da CMS tem se apresentado como proposta de aproveitamento dos resíduos com a elaboração de produtos de alto valor agregado (VIDOTTI; MARTINS, 2010). Os peixes maiores não apresentam melhor aproveitamento em termos de CMS, pois

apresentam grande quantidade de gordura e de resíduo, não proporcionando processados de boa qualidade. Peixes com pesos intermediários (600 a 800g) são os que proporcionam maior aproveitamento de CMS.

2.4 Crioprotetores e antioxidantes

Não é possível evitar a reação de oxidação ou a desnaturação proteica durante o armazenamento, mas existe a possibilidade de retardá-las. A utilização de antioxidantes tradicionais, naturais ou artificiais, associados ou não a outros aditivos, vem sendo estudada por diversos autores para estender a estabilidade lipídica e proteica da CMS e da polpa de pescado (KUHN; SOARES, 2002).

Nas aplicações em pescado, o fosfato mais comumente utilizado é o tripolifosfato de sódio puro, ou em misturas com hexametáfosfatos de sódio ou pirofosfato ácido de sódio, pois exibem uma combinação de propriedades tais como solubilidade, acerto do pH com o meio e tolerância com os íons de Mg^{2+} e Ca^{2+} , frequentemente presente na água de processamento (BONACINA, 2006).

Os fosfatos têm por função aumentar a capacidade de retenção da água e proteger contra a rancidez oxidativa, o que se traduz por melhoria na qualidade do produto final, garantindo uma sensível valorização no sabor. Outras funções dos polifosfatos incluem o ajuste de pH e tamponamento do meio; melhoram a uniformidade e a estabilidade da cor em produtos curados; e protegem contra o escurecimento durante a armazenagem. A regulamentação do Ministério da Saúde permite uma adição de fosfatos de até 0,5 % do peso de produto acabado (ITAL, 1978; KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009; PARDI et al., 1994).

O ácido eritórbito e eritorbato de sódio são estereoisômeros dos ascorbatos e funcionam de modo similar aos antioxidantes. A sua função antioxidante nos alimentos é baseada em sua propriedade. Em diferentes condições, a adição de eritorbatos é preferencialmente oxidante em alimentos, desse modo previne ou minimiza as deteriorações oxidativas do sabor e da cor (COUNSELL; HORNIG, 1981).

Os eritorbatos têm aplicação em duas áreas gerais na indústria alimentícia. Primeiro, funcionam como antioxidante em uma variedade de alimentos para controlar a deterioração de cor e sabor. Segundo, como acelerador de cozimento de carnes. Aceleram e controlam as

reações de cozimento do nitrito e prolongam a cor e o sabor do tempo de duração nas prateleiras das carnes conservadas. Os processadores de alimentos concordam que é economicamente vantajoso utilizar os eritorbatos em vez dos ascorbatos em aplicações sem vitamina E (COUNSELL; HORNIG, 1981).

No estado seco cristalizado, os eritorbatos não são reativos. Em solução de água, entretanto, os eritorbatos (e os ascorbatos) reagem rapidamente com o oxigênio atmosférico e outros agentes oxidantes. São essas propriedades que os tornam tão valiosos como antioxidantes (COUNSELL; HORNIG, 1981).

2.5 Referências

BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: UFSM, Cap.10, p.470, 2005.

BONACINA, M.S. **Desenvolvimento e caracterização de empanado a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências)- Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 120 p, 2006.

COUNSELL, J.N.; HORNIG, D.H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. England: Applied Science, Cap.7, 1981.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). **Publicações geradas pela EMBRAPA Pantanal: resumos informativos**. (EMBRAPA-CPAP. Resumos Informativos, 01), Corumbá, 1997.

FAO/WHO Draft Revised Standard for Quick Frozen Blocks of Fish Fillets, Minced Fish Flesh and Mixtures of Fillets and Minced Fish Flesh (Appendix IV). In: **Report of the 21st Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products**. Rome: Codex Alimentarius Commission, p.47-57, 1994.

FERNANDES, J.B.K., CARNEIRO, D.J., SAKAMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.246-253, 2000.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ITAL). **Curso Internacional sobre tecnologia da carne**. Campinas, 20 nov. a 15 dez, 1978.

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade dos produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Faculdade de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista (Unesp), 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°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.200-206, 2009.

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

LIAO, I.C.; LIM, C.K. **Cage aquaculture in Asia**. Bangkok: Asian Fisheries Society, South East Asian Chapter, World Aquaculture Society. 2000.

NEIVA, C.R.P. Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada – CMS na indústria de pescado. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DO PESCADO, 2., São Vicente. **Anais...** São Vicente: Instituto de Pesca, p.1-7, 2006.

MARENGONI, N.G.; POZZA, M.S.S.; BRAGA, G.C.; LAZZERI, D.B.; CASTILHA, L.D.; BUENO, G.W.; PASQUETTI, T.J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.168-176. 2009.

OGAWA, M.O. pescado como Alimento. In: OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de Pesca, Ciência e Tecnologia do Pescado**. v. I. São Paulo: Livraria Varela Ltda, p. 1-6, 1999.

OLIVEIRA, E.G.; URBINATI, E.C.; SOUZA, V.L; ROVIERO, D.P. Índice gordura-viscero somático e níveis de lipídio total em diferentes tecidos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 24 (n. especial), p.97-103, 1997.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F.; PADOVANI, C.R. Mapeamento e descrição das áreas de ocorrência dos eventos de decoada no Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Pantanal**, p.20, 2013.

ONO, E.A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 2.ed., Jundiaí: Esalq-USP, p.68, 2003.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: Ed. da UFG, v.2, 1994.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Tecnologias para o aproveitamento integral de pescados. **Curso técnica de manejo em piscicultura intensiva**, Macapá, 2011.

VIDOTTI, R.M.; MARTINS, M.I.E. Aproveitamento da carne de tilápia mecanicamente separada (CMS). **Feed & Food**, Sorocaba, v.4, n.39, p.50-51, 2010.

ZUANAZZI, J.G.; DELBEM, A.C.B.; NASCIMENTO, F.L.; LARA, J.A.F. Desenvolvimento de produtos derivados do pescado a partir de pacu cultivado no Pantanal. **Embrapa Pantanal, (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 93)**, Corumbá, 4p, 2013.

3 ADITIVOS NA CONSERVAÇÃO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PACU CULTIVADO EM TANQUES-REDE

3.1 Resumo

A utilização da carne mecanicamente separada (CMS) é uma possibilidade para diversificar e melhorar o aproveitamento dos recursos aquícolas, além de permitir que outros produtos derivados da CMS, de alto valor agregado, possam atingir determinados segmentos do mercado. O estudo teve como objetivos avaliar a CMS de pacu com adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio, e verificar algumas de suas propriedades durante o congelamento nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C . As análises realizadas foram a determinação de pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), atividade de água (A_w) e composição centesimal em quatro tratamentos diferentes utilizando 0,1% de eritorbato de sódio + 0,5% de tripolifosfato de sódio, 0,1% de eritorbato de sódio, 0,5% de tripolifosfato de sódio, e sem aditivos para verificar a estabilidade ao longo dos meses. Os resultados encontrados para a composição centesimal foi de 54,76% de umidade, 16,24% de proteínas, 18,24% de lipídios e 1,34% de cinzas. Os valores médios de pH variaram de 6,35 a 6,73. Em relação à CRA os valores médios variaram de 42,26 a 53,43%. Constatou-se que a adição de eritorbato de sódio elevou de forma significativa a A_w , a CRA e o IFM até o trigésimo dia de armazenamento. A adição de tripolifosfato de sódio teve influência no valor do pH e na CRA, onde manteve por mais tempo estável o primeiro parâmetro e reduziu a tendência de queda do valor do segundo. O tempo de armazenamento influenciou de forma diferente os parâmetros analisados. A A_w e o valor L^* sofreram as maiores diminuições no início do armazenamento, enquanto a CRA e o IFM tiveram a tendência de redução contínua ao longo do tempo. O emprego combinado de eritorbato e tripolifosfato de sódio foi o mais eficiente, pois promoveu o desejável aumento da CRA enquanto, os outros tratamentos apresentaram tendência à queda do valor deste parâmetro.

Palavras-chave: *Piaractus mesopotamicus*, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio, congelamento

3 ADDITIVES IN CONSERVATION OF MECHANICALLY SEPARATED MEAT PACU GROWN IN CAGES

3.2 Abstract

The use of mechanically separated meat (CMS) is a possibility to diversify and improve the utilization of aquatic resources, while allowing other products derived from CMS, high-value may achieve certain market segments. The study aimed to evaluate the CMS of pacu with addition of sodium erythorbate and sodium tripolyphosphate and verifying some of its properties during freezing in intervals of 0, 30, 60, 90 and 120 days of storage at -18°C . The data were analyzed to determine pH, color, water-holding capacity (CRA), myofibrillar fragmentation index (IFM), water activity (A_w) and chemical composition in four different treatments using sodium 0.1% of erythorbate + 0.5% of sodium tripolyphosphate, 0.1% of sodium erythorbate, 0.5% of sodium tripolyphosphate, and without additives to verify stability over the months. The results for the proximate composition was 54.76% of moisture, 16.24% of protein, 18.24% of fat and 1.34% of ash. The average values of pH ranged from 6.35 to 6.73. Regarding the CRA the mean values ranged from 42.26 to 53.43%. It was found that the addition of sodium erythorbate increased significantly A_w , CRA and IFM by the thirtieth day of storage. The addition of sodium tripolyphosphate had an influence on pH and CRA which remained stable for longer the first parameter and reduced tendency to decrease the value of the second. The storage time influenced differently the parameters analyzed. The values of A_w and the L^* suffered the greatest decreases at the beginning of storage, while the IFM and CRA tended to decrease continuously over time. The combined use of sodium erythorbate and sodium tripolyphosphate was the most efficient, since promoted the desirable increase in CRA, while other treatments tended to decrease the value of this parameter.

Keywords: *Piaractus mesopotamicus*, sodium erythorbate, sodium tripolyphosphate, freezing

3.3 Introdução

De acordo com as estatísticas da FAO (*Food and Agricultural Organization*) a previsão é de que até 2030 a demanda internacional de pescado aumente em mais 100 milhões de toneladas por ano (BRASIL, 2012). Sendo assim, o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas.

Segundo BITTENCOURT (2008), o pacu é uma das espécies mais promissoras para a piscicultura brasileira por apresentar rápido crescimento, rusticidade ao manejo, fácil adaptação à alimentação artificial e grande aceitação do mercado consumidor.

Com essa perspectiva muitos resíduos de filetagem ou espécies com quantidade de espinhos que inviabilizava a filetagem tornam-se apropriada para a aplicação da tecnologia da carne mecanicamente separada, que representa uma alternativa para a diversificação para novos produtos a base de pescado, sendo um alimento de fácil digestão. É um produto que não possui espinhos, característica que atrai muitos consumidores (SIMÕES et al., 2004) e em especial direcionar estes produtos para as crianças que é a faixa etária que menos consome peixe em função da presença dos espinhos.

O congelamento e o armazenamento sob congelamento são os principais métodos utilizados na preservação de peixes e seus produtos. Entretanto, algumas mudanças indesejáveis podem ocorrer, como a desnaturação proteica e a oxidação lipídica (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009).

Um das consequências que está diretamente ligada com o grau de desnaturação das proteínas durante o armazenamento é a diminuição da capacidade de retenção de água, todavia com o uso dos tripolifosfatos na CMS melhoram significativamente esta capacidade no produto. Os tripolifosfatos têm a propriedade de afetar a estrutura das proteínas por três vias: aumentando o pH, a força iônica e por meio de sua interação com as proteínas (RODRÍGUEZ; BELLO, 1987).

As principais funções do eritorbato de sódio incluem a estabilização da cor e o forte efeito antioxidante, prevenindo o desenvolvimento de rancidez oxidativa quando aplicado em concentrações acima de 100 ppm, sendo que em concentrações mais baixas pode acelerar o desenvolvimento da rancidez oxidativa (GRAY; PEARSON, 1987). A incorporação de

antioxidantes e de crioprotetores nas CMS de pescado pode melhorar a estabilidade durante o congelamento (JESUS; TENUTA-FILHO, 2001).

O trabalho teve como objetivo avaliar a carne mecanicamente separada de pacu, cultivados em tanques-rede, com adição de eritorbato de sódio e tripolifosfato de sódio por 120 dias submetidos à estocagem -18° C.

3.4 Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de março a novembro de 2012 no Laboratório da Embrapa Pantanal localizado no município de Corumbá-MS.

3.4.1 Obtenção da matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o peso médio final de 400 gramas. Os animais foram alimentados uma vez por dia, ao amanhecer, com ração comercial extrusada para peixes onívoros com 36% de proteína bruta (PB) entre os meses de outubro a março. Os peixes foram cultivados em tanques-rede alocados em um braço do rio Paraguai no município de Ladário, localizado na latitude de 19°00'17"S e longitude de 57°36'06"O. Os animais, em jejum, foram transportados e abatidos em gelo na proporção de 1:1 (água e gelo) e, em seguida, processados no Laboratório de Carnes da Embrapa Pantanal.

No laboratório os peixes foram descabeçados, eviscerados e as carcaças foram mergulhadas em água clorada (5 ppm de cloro) por aproximadamente 5 minutos, conforme FREITAS et al. (2011). Logo após a limpeza, a CMS de pacu foi extraída em desossadora mecânica Hi-Tech 250 e seguiram o fluxograma de obtenção e armazenamento da CMS (Figura 3.1).

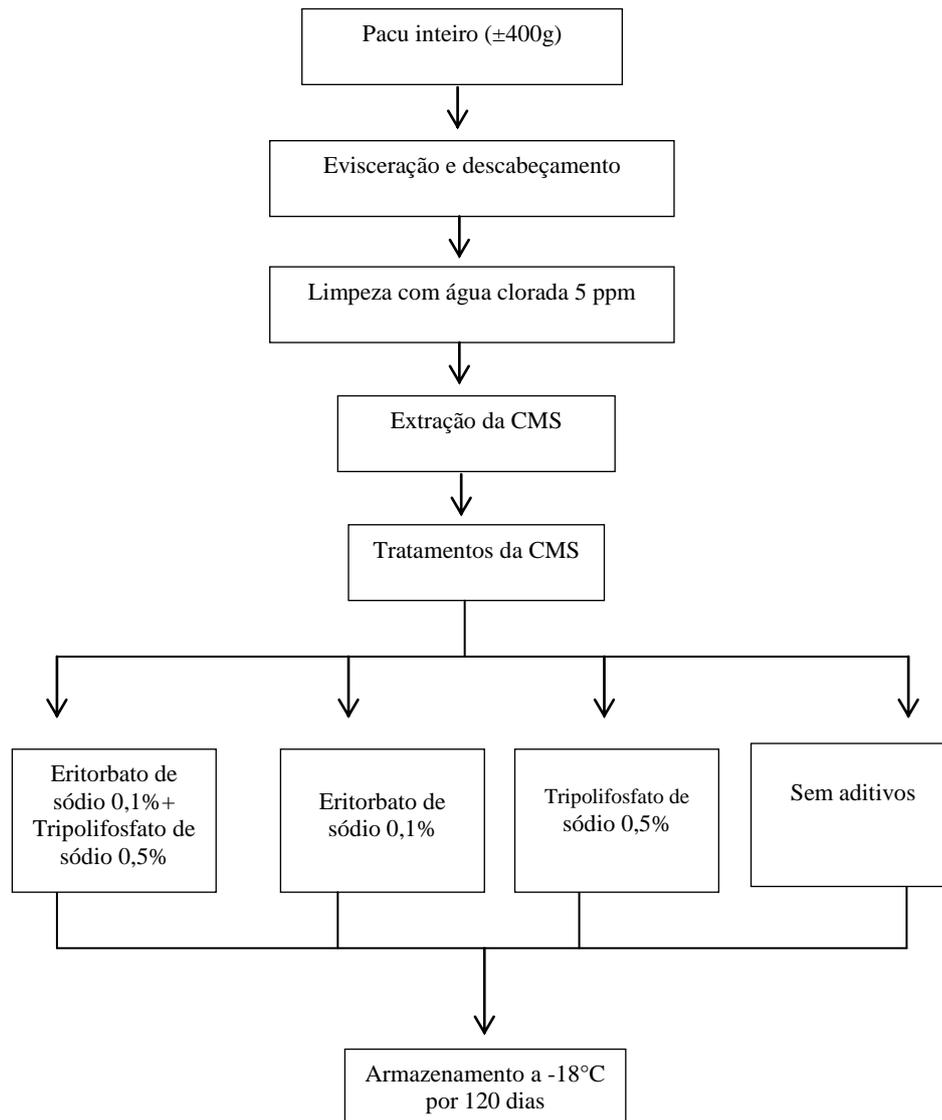


Figura 3.1 Fluxograma de obtenção e armazenamento de CMS de pacu

3.4.2 Amostragem no laboratório

A CMS foi dividida em quatro tratamentos constituídos de 0,1% de eritorbato de sódio + 0,5% de tripolifosfato de sódio (ES+TS), 0,1% de eritorbato de sódio (ES), 0,5% de tripolifosfato de sódio (TS), e sem o aditivo (SA) para controle. Essas amostras foram homogeneizadas no *cutter* individualmente.

3.4.3 Embalagem, congelamento e armazenamento

A massa homogeneizada foi dividida em cinco amostras de 25 gramas e as mesmas foram embaladas, identificadas e congeladas e armazenadas a -18°C.

Foram realizadas as análises físicas e químicas de cinco amostras de todos os tratamentos no tempo 0 e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento.

3.4.4 Análises físicas e químicas

3.4.4.1 Determinação da composição centesimal e pH

As porcentagens de lipídios, umidade e cinzas, foram determinadas de acordo com a metodologia do MAPA (BRASIL, 1981), e o teor de proteína total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). Todas as amostras foram analisadas em triplicata, somente no início do armazenamento.

A leitura do pH foi mensurada com o potenciômetro digital portátil Toledo[®] (Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda, Tamboré – Barueri, SP) devidamente calibrado com as soluções tampão 4 e 7. O eletrodo para carne foi inserido diretamente nas amostras para a mensuração do pH. Essas leituras foram feitas em triplicatas no início dia 0 e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento.

3.4.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Utilizou-se a metodologia proposta por LANKHMANAN et al. (2007) para medir a capacidade de retenção de água. Foram pesadas amostras de 1 g de músculo cru em triplicata, depois foi colocado em *ependorf* com papel filtro e passado por uma centrifugação a 1500 rpm, durante quatro minutos.

O cálculo para determinar a CRA em porcentagem foi obtido pela diferença do peso da amostra de carne após centrifugação e o peso da amostra após secagem a temperatura de 70°C por 12 horas, sendo essa diferença dividida pelo peso inicial da amostra crua e posteriormente multiplicada por 100. As amostras foram analisadas em triplicatas no início

(tempo 0) e nos intervalos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem.

$$\text{CRA} = \frac{(\text{PAPC} - \text{PAC}) \times 100}{\text{PAI}}$$

PAI = Peso da amostra inicial

PAPC = Peso da amostra pós-centrifugação

PAS = Peso da amostra seca

3.4.4.3 Análise da cor instrumental

A cor instrumental foi determinada em um colorímetro da Minolta® (Tecnal Indústria, Comércio, Importação e Exportação de Equipamentos para Laboratório Ltda, Piracicaba, SP) (modelo CR-10), sob ângulo de 90°, a temperatura ambiente. Os valores de L^* , a^* e b^* foram baseados no sistema CIELab, desenvolvido por HUNTER (1975). O valor de L^* determina o cromo associado à luminosidade ($L^* = 0$ preto, $L^* = 100$ branco), a^* o cromo que varia de verde (-a) a vermelho (+a); e b^* que varia de azul (-b) ao amarelo (+b) conforme KUEHNI (2004), Figura 3.2.

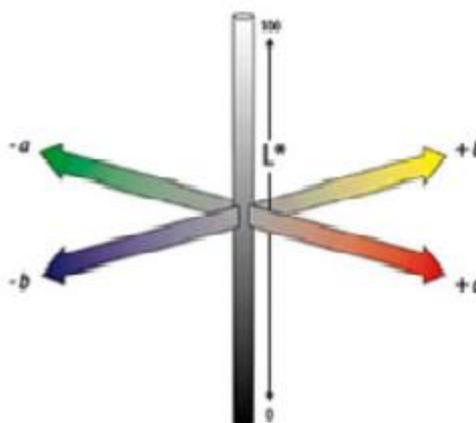


Figura 3.2 Modelo de cor Cielab (KUEHNI, 2004)

As amostras foram medidas no início (tempo 0) e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento para a cor instrumental.

3.4.4.4 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

A determinação do Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) foi realizada conforme a metodologia descrita por CULLER et al. (1978).

Foram separados 3,0 g de músculo, livres de tecido adiposo e tecido conjuntivo. As amostras foram homogeneizadas em 30 mL de tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TFMI) à 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato de potássio, 1 mM de EDTA, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃) duas vezes por 30 segundos. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1200 rcf por 15 min a 2°C, descartando o sobrenadante. O sedimento foi dissolvido em 30 mL de TMFI (2°C), utilizando um bastão de vidro até dissolver o sedimento completamente e centrifugado novamente a 1200 rcf por 15 min a 2°C. Foi descartado o sobrenadante, e a porção de gordura e o sedimento foram ressuspensos em 7,5 mL de TMFI (2°C).

O tubo foi agitado em vortex até que o sedimento fosse completamente dissolvido. As amostras foram filtradas e armazenadas em tubos (15 mL) identificados e refrigerados. Em seguida, foi extraída a proteína, em triplicata para cada suspensão. Foram colocados 0,75 mL de TMFI e 0,25 mL de amostra em tubo de ensaio e adicionados 4 mL de reagente de biureto. Foram preparados o branco com 1 mL de TMFI e 4 mL de reagente de biureto. Posteriormente, foram realizadas as leituras em absorbância no comprimento de onda de 540 nm, sendo obtidos os valores de MFI pelo seguinte cálculo $MFI = 200 \times \text{absorbância}$ (CULLER et al., 1978).

As amostras foram analisadas nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamentos.

3.4.4.5 Análise de atividade de água (A_w)

Na avaliação da atividade de água fez-se o uso do equipamento Aqualab Decagon Devices (Decagon Devices LatAm, São José dos Campos, SP) que possui um sensor dielétrico de umidade e faz a leitura da atividade de água diretamente da amostra.

O aparelho foi previamente calibrado com NaCl 6 molar ($A_w = 0,76$) a 25°C. As amostras contendo cinco gramas foram colocadas cuidadosamente no recipiente próprio do

aparelho, cobrindo todo o fundo. Depois de ligado o aparelho, a leitura foi realizada automaticamente e, após três minutos, foi emitido um sinal sonoro que estabeleceu o fim da leitura. O resultado foi observado no visor digital onde fica registrada a leitura da atividade de água da amostra.

3.4.5 Análise estatística

Os dados foram analisados usando um modelo matemático misto onde estudaram as variáveis, tempo de armazenamento, tratamentos e interação entre os fatores, realizando análise de variância aplicando o teste F, adotando a probabilidade no nível de 5%, utilizando o procedimento GLIMMIX. Os dados obtidos nas diferentes análises realizadas foram submetidos à análise de regressão com auxílio do programa estatístico SAS[®] 9.2 (SAS, 2008).

3.5 Resultados e Discussão

3.5.1 Análises físicas e químicas

Os resultados das análises de umidade, proteína, lipídios e cinzas para as amostras da CMS foram respectivamente de 54,76%, 16,24%, 18,24% e 1,32%. Para a carne *in natura* que foi a matéria-prima para a elaboração da CMS a composição centesimal apresentou 65,15% de umidade, 18,21% de proteína, 8,43% de gordura e 1,24% de cinzas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 Valores médios e seus respectivos desvios padrões da composição centesimal da carne mecanicamente separada (CMS) e de filés de pacu *in natura*.

Parâmetro	Carne <i>in natura</i>	CMS
Umidade	65,15 ± 3,41	54,76 ± 2,49
Proteína	18,21 ± 1,42	16,24 ± 0,23
Lipídios	8,43 ± 1,76	18,24 ± 0,33
Cinzas	1,24 ± 0,12	1,32 ± 0,09

(n=5)

Os valores encontrados para umidade e lipídios foram inferiores aos observados em outros trabalhos. NETTO et al. (2010) relataram valores para filé de pacu *in natura* de 69,48%, 17,02%, 10,85% e 2,8%, respectivamente para umidade, proteína, lipídios, cinza.

TANAMATI et al. (2009) observaram valores de 70,5% de umidade, 15% de

proteína, 12,2% de lipídios e 1,1% de cinzas para pacu cultivado e 71,6%, 19%, 7,9% e 1,1%, respectivamente, para pacu capturado. A menor proporção de proteína no filé pode ser explicada pelo aumento relativo da gordura. Segundo SIMÕES et al. (2007), os peixes de água doce apresentam variações na fração de cinzas que vão de 0,90 a 3,39%. Estes valores são compatíveis aos valores de cinzas e proteínas encontrados nos filés de pacu deste experimento (Tabela 3.1).

O componente que mais pode variar na composição centesimal da carne de pacu é a gordura com implicações na proporção dos outros componentes. De fato, o teor de gordura pode está relacionado com características da dieta dos peixes, onde rações com maior presença de gordura em suas formulações pode levar a um aumento no acúmulo deste componente na carne e carcaça (MEURER et al., 2002; BOSCOLO et al., 2004).

Além disso, SOUZA e MARANHÃO (2001) observaram que peixes jovens, possuem carne com mais umidade e menos gordura que os adultos, visto que estão em fase de crescimento, logo, com menos gordura disponível para reserva. Os pacus deste experimento foram retirados do cultivo com quatro meses, aproximadamente de 30 dias antes do período previsto, em função, portanto do efeito natural da decoada no Pantanal. Desta forma, os peixes foram retirados jovens, quando comparados, com o cultivo tradicional, o que explica o menor teor de gordura quando comparados com trabalhos com cultivos em outras regiões.

A decoada é um fenômeno natural do Pantanal, onde a bacia hidrográfica recebe uma quantidade muito acima do normal de matéria orgânica, decorrente do ciclo de vida da biodiversidade do bioma, com alterações físicas e químicas da água e alta mortalidade de peixes (OLIVEIRA et al., 2013). A tomada de medidas emergenciais para evitar a perda de produção dos peixes, como a despesca antecipada, é um dos manejos recomendados na pré-decoada.

Uma forma de avaliar a classificação dos peixes em relação ao teor de gordura está baseada na seguinte recomendação: menor que 2% de conteúdo de lipídeos, é um pescado de baixo conteúdo de gordura; entre 2 e 5%, é um pescado moderado em conteúdo de gordura; e maiores que 5%, é considerado um pescado com alto conteúdo de gordura (PIGOTT; TUCKER, 1990). Assim, de acordo com essa classificação os pacus de tanques-rede utilizados no presente trabalho podem ser considerados peixes com alto teor de gordura, mesmo apresentando valores inferiores aos encontrados em outros trabalhos (NETTO et al., 2010; TANAMATI et al., 2009).

A CMS tem a composição centesimal que varia dentre outros fatores, em função da espécie e do peso de abate dos peixes (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). No presente estudo o valor da proteína 16,24% foi semelhante ao encontrado por VIDOTTI (2011) para CMS de pacu, que variaram naquele trabalho de 16,26 a 18,71% para CMS oriundo de peixes na faixa de 800 a 1000 g.

DURÃES (2009) analisou a composição química da CMS de bagre africano obtendo 78,48% de umidade, 15,86% de proteína, 3,88% de lipídios e 1,51% de cinzas. OLIVEIRA-FILHO (2009) avaliou a composição química da carne mecanicamente separada da tilápia do Nilo para a elaboração de salsichas e observou valores de 75,47%, 12,76%, 10,54% e 1,14% respectivamente, para umidade, proteínas, gorduras e cinzas. Os autores citados encontraram valores de gordura inferiores aos obtidos neste experimento, enquanto o teor de umidade muito superior (Tabela 3.1).

Houve uma diferença do percentual de gordura entre o filé e a CMS de pacu, isto ocorreu, provavelmente devido ao processamento de filetagem, onde é retirado somente o filé, enquanto que para fazer o despolpamento é utilizado o peixe inteiro descabeçado e eviscerado. Na região ventral da carcaça está presente a maior deposição de gordura, contribuindo para o maior percentual de gordura nesta CMS.

A gordura da CMS de pacu foi superior às concentrações observadas em trabalhos com tilápia e bagre (OLIVEIRA-FILHO, 2009; DURÃES, 2009), porém muito semelhante com pesquisa de VIDOTTI (2011) que determinou a composição da CMS de pacu. Esse resultado é esperado, pois a carcaça de pacu possui um elevado teor de gordura quando comparado com outras espécies.

O valor de proteína bruta (Tabela 3.1) foi semelhante ao que encontrou DURÃES (2009) e superior ao verificado por OLIVEIRA-FILHO (2009) ao analisar CMS de tilápia. Os valores de cinzas da CMS de Pacu foram semelhantes aos encontrados pelos mesmos autores para CMS de outras espécies de peixes. A proteína varia pouco entre as espécies de peixes conforme pode se observar na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006). Pelo exposto em termos de teor de proteínas a CMS de pacu de tanque-rede cultivado no Pantanal foi semelhante aos teores observadas em CMS de outros trabalhos com pacu ou outras espécies.

Os valores médios e as curvas e equações de regressão para o pH da CMS de pacu armazenada por 120 dias estão apresentadas na Tabela 3.2 e Figura 3.3.

Tabela 3.2 Valores médios e desvio padrão do pH em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	6,67±0,05 ^{bAB}	6,59±0,07 ^{bD}	6,65±0,01 ^{aBC}	6,61±0,17 ^{aCD}	6,72±0,05 ^{aA}
ES	6,55±0,02 ^{cA}	6,55±0,05 ^{bcA}	6,50±0,02 ^{cB}	6,35±0,05 ^{cD}	6,40±0,04 ^{cC}
TS	6,73±0,03 ^{aA}	6,66±0,06 ^{aB}	6,65±0,02 ^{aB}	6,63±0,04 ^{aB}	6,52±0,05 ^{bc}
SA	6,60±0,01 ^{cA}	6,50±0,04 ^{cB}	6,57±0,04 ^{bA}	6,42±0,04 ^{bC}	6,53±0,03 ^{bB}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= Sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

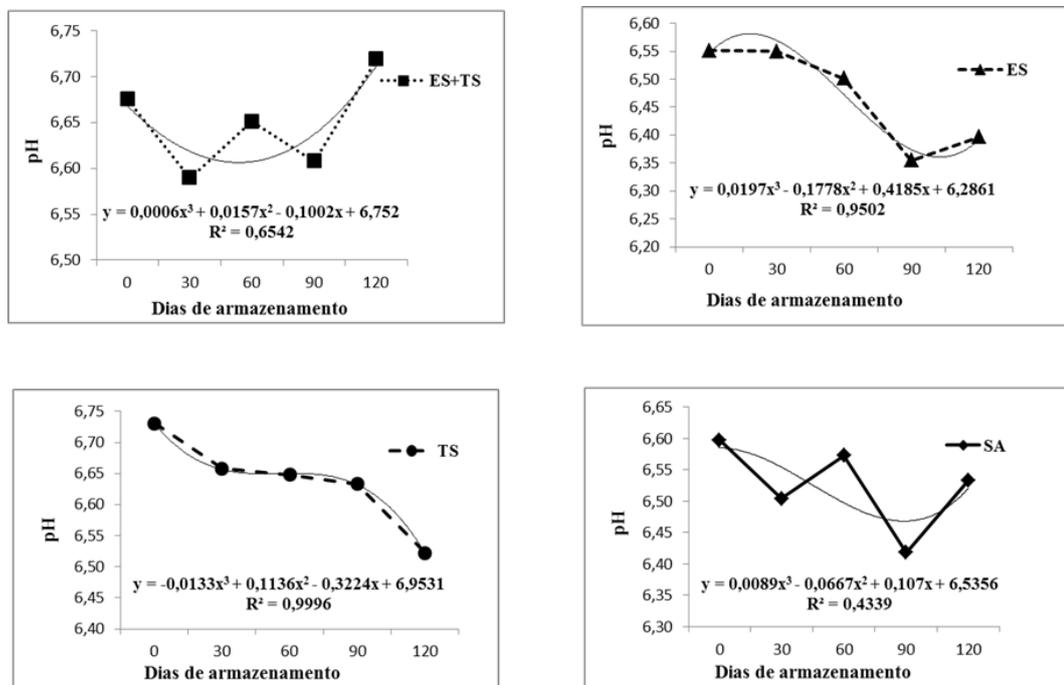


Figura 3.3 Valores médios de pH da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

JESUS et al. (2001) encontraram valores de pH dos diferentes *minced fish* estocados a $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $-36 \pm 1^{\circ}\text{C}$, mostrando variação ao longo dos 150 dias de armazenamento, ficando entre 6,50 e 7,07. Os *minced fish* de mapará apresentaram valores de pH superiores a 6,75 no início do experimento, diferindo da CMS de pacu deste estudo que em nenhum tratamento apresentou valores de pH superiores a esse valor (Tabela 3.2 e Figura 3.3).

No estudo realizado por JESUS et al. (2001) não há menção do uso de aditivos em especial o eritorbato e tripolifosfato de sódio que promove uma maior estabilidade do pH da

CMS. O uso desses aditivos no experimento com pacu podem explicar a menor variação de pH na CMS que foi de aproximadamente de 0,2 contra 0,5 daquele trabalho com *minced fish* de mapará.

Já KIRSCHNIK e MACEDO-VIEGAS (2009), que empregaram os aditivos, observaram um aumento nos valores de pH durante os primeiros 60 dias de armazenamento, permanecendo, então, praticamente constantes até o fim do período, semelhantemente a este experimento em que os valores de pH mantiveram-se na faixa de 6,5 e 6,7 durante todo o período de armazenamento (Tabela 3.2 e Figura 3.3).

Segundo SOARES et al. (1998) com o início do *rigor mortis*, o pH do peixe cai de 7,0 para 6,5, subindo rapidamente a níveis de 6,6 a 6,8. A queda de pH é ligeira e depende, entre outros fatores, das condições de captura pois as reservas de glicogênio dependem da resistência que os peixes opõem ao processo. Com a deterioração do pescado, o pH aumenta para níveis mais elevados devido à decomposição de aminoácidos e da ureia e à desaminação oxidativa da creatinina. O aumento do pH é afetado, pela espécie do peixe, tipo e carga microbiana, métodos de captura, manuseio e armazenamento, entre outros.

O tratamento ES+TS teve um aumento de pH significativo no 120 dia de armazenamento. Nos demais tratamentos há uma tendência de queda de pH significativa no ES com 60 dias, no TS com 90 e o SA apresentou um padrão instável como se observa na Tabela 3.2 e Figura 3.3. Estes resultados mostram que o emprego de aditivos é importante para a estabilidade física e química da CMS, onde a maior variação ocorreu no controle e a menor nos tratamentos com tripolifosfato de sódio.

A adição de polifosfatos ao surimi de pescado melhora sua qualidade durante o armazenamento sob congelamento, devido ao seu efeito crioprotetor e a propriedade tampão de manter o pH próximo à neutralidade (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009).

A maior capacidade de retenção de água favorece positivamente propriedades desejadas nos produtos de pescado por resultar em melhores características de textura, suculência, cor e sabor (TEIXEIRA; BEIRÃO, 1999).

Os valores médios e as curvas e equações de regressão que melhores representam os resultados da CRA durante o armazenamento por 120 dias estão apresentados na Tabela 3.3 e Figura 3.4.

Tabela 3.3 Valores médios e desvio padrão da capacidade de retenção de água (CRA em %) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	48,2±1,10 ^{CD}	50,03±1,25 ^{bAB}	49,86±1,92 ^{aAC}	50,54±0,92 ^{aA}	48,78±0,61 ^{aBCD}
ES	51,55±1,44 ^{bA}	48,45±2,03 ^{cB}	45,34±0,89 ^{bC}	46,06±0,80 ^{bC}	42,26±0,78 ^{bD}
TS	53,43±1,00 ^{aA}	51,55±0,77 ^{aB}	50,94±0,78 ^{aBC}	50,23±0,84 ^{aC}	47,87±0,73 ^{aD}
SA	51,13±1,13 ^{bA}	48,53±0,95 ^{cB}	45,55±1,28 ^{bC}	45,51±1,08 ^{bC}	43,10±0,93 ^{bD}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Nos primeiros 30 dias o tratamento ES+TS diferiu significativamente dos tratamentos ES, TS e AS. Nesse tratamento o valor inicial encontrado no tempo zero foi de 48,2% após esse período houve um aumento até o dia 90 para 50,54% como pode se observar na Figura 3.4. Os tratamentos que continham tripolifosfato de sódio (ES+TS e TS) foram diferentes dos quais ele estava ausente (ES e SA) durante todo o armazenamento, comprovando o efeito de aumento da CRA do tripolifosfato de sódio na CMS como observaram KIRSCHNIK e MACEDO-VIEGAS (2009).

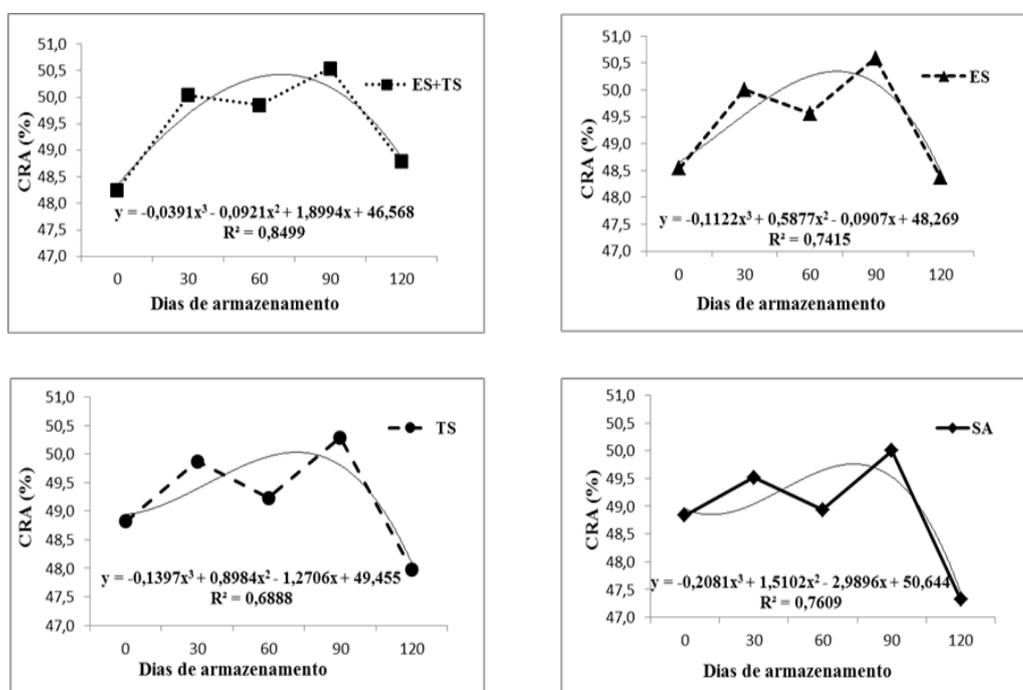


Figura 3.4 Valores médios de CRA (%) da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

Informações sobre capacidade de retenção de água em CMS de pescado são relativamente escassas na literatura. As informações geralmente relacionam-se a filés de pescado ou a CMS de outras espécies de peixes e animais. Por exemplo, OFSTAD et al. (1996) encontraram valores inferiores de retenção de água para bandas de bacalhau e OFSTAD et al. (1995) para filés de salmão. LARA et al. (2010) observaram valores mínimos e máximos entre 53,94% e 62,53% para filés de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*).

As variações na capacidade de retenção de água entre os tratamentos são esperadas uma vez que o tripolifosfato e o eritorbato de sódio possuem a propriedade umectante (GONÇALVES, 2005). Entretanto, é importante ressaltar que a capacidade de retenção de água é uma propriedade funcional dependente do conteúdo de gordura muscular (OFSTAD et al., 1995) e variações individuais na sua concentração na carcaça podem contribuir para diferenças na CMS.

Os valores de IFM foram influenciados ($p < 0,05$) pelos tratamentos ES+TS, ES, TS e SA e pelo tempo de armazenamento. Os valores máximo e mínimo encontrado no IFM foram 326,56 e 79,27% (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 Valores médios e desvio padrão do índice de fragmentação miofibrilar (IFM em %) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	326,56 ±16,92 ^{aA}	253,30±28,44 ^{aB}	197,02±14,00 ^{aC}	168,67±58,77 ^{aD}	88,28±12,52 ^{abE}
ES	257,39 ±15,37 ^{bA}	144,67±15,31 ^{bB}	101,57±9,22 ^{bcC}	107,01±26,40 ^{cC}	107,51±29,14 ^{aC}
TS	215,01±32,60 ^{cA}	172,24±33,94 ^{bB}	108,45±34,41 ^{bC}	125,56±38,01 ^{bC}	84,84±10,38 ^{bcD}
SA	195,87±31,14 ^{cA}	149,4±18,46 ^{cb}	96,84±23,16 ^{bcD}	134,15±21,50 ^{bC}	79,27±16,51 ^{bcE}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

KOMIYAMA et al. (2009) avaliando o efeito do tempo de maturação da carne de peito de frango de matrizes de descarte, não observaram valores significativos para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) para os tratamentos controle, 12, 24 e 48 h de 79; 90,10; 74,30; e 86,80%, respectivamente. Contudo, no presente estudo houve diferença significativa no tempo 0 de armazenamento para os tratamentos com eritorbato de sódio quando comparados aos que não possuía aditivos. Sendo ainda observado o menor valor IFM de 79,27%. CULLER et al. (1978) afirmaram que carnes com valores de IFM acima de 60 são consideradas de textura satisfatória, quando avaliadas em painéis de análise sensorial.

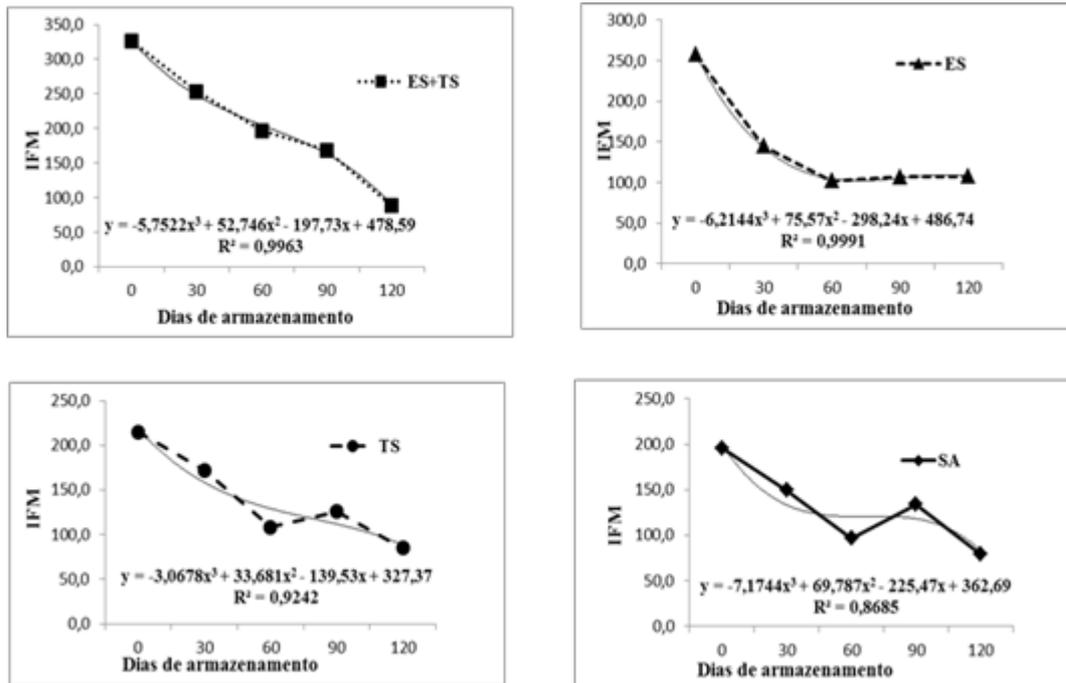


Figura 3.5 Valores médios de IFM da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

Os valores encontrados para a A_w variaram de 0,919 a 0,989 (Tabela 3.5) e as curvas e equações de regressão estão expostas na Figura 3.6. Não houve diferença significativa entre os tratamentos ES+TS e SA nos dias de armazenamento. Com 90 e 120 dias de armazenamento, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (ES+TS, ES, TS e SA).

A A_w manteve-se elevada no dia 0 para os tratamentos ES+TS e ES como se observa na Figura 3.6, apresentando valores próximos ao surimi de carapau (0,989), de merluza (0,987) e de tilápia (0,985-0,989) observados por ALVAREZ-PARRILLA et al. (1997) e FOGAÇA (2009).

Observa-se que os valores de A_w são elevados, sendo estes produtos suscetíveis à deterioração decorrente da atividade metabólica de microrganismos que necessitam de um limite mínimo da atividade de água, variando de 0,8 a 0,9 (MARENGONI et al., 2009).

Tabela 3.5 Valores médios e desvio padrão da atividade de água (A_w) em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	0,984±0,01 ^{abA}	0,931±0,02 ^{abB}	0,945±0,04 ^{abB}	0,937±0,01 ^{abB}	0,936±0,01 ^{abB}
ES	0,989±0,01 ^{abA}	0,919±0,02 ^{bcC}	0,941±0,03 ^{abcB}	0,939±0,01 ^{abB}	0,941±0,01 ^{abB}
TS	0,964±0,03 ^{abcA}	0,946±0,02 ^{aAD}	0,926±0,03 ^{bcBCD}	0,951±0,01 ^{aAB}	0,950±0,01 ^{aAC}
SA	0,948±0,03 ^{bcA}	0,936±0,03 ^{abA}	0,954±0,02 ^{aA}	0,933±0,01 ^{aA}	0,951±0,01 ^{aA}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

FOGAÇA (2009) ressalta que a análise da atividade de água dos alimentos é fundamental para garantir sua estabilidade durante o armazenamento, entretanto são poucos os trabalhos que utilizam essa ferramenta, principalmente em produtos reestruturados como a CMS.

Foi possível observar o efeito umectante do eritorbato de sódio na CMS de pacu nos primeiros momentos após sua adição, onde os valores de A_w foram significativamente superiores aos tratamentos TS e SA. Após 30 dias de congelamento este efeito diminuiu e não foi mais detectado estatisticamente a partir de 90 dias.

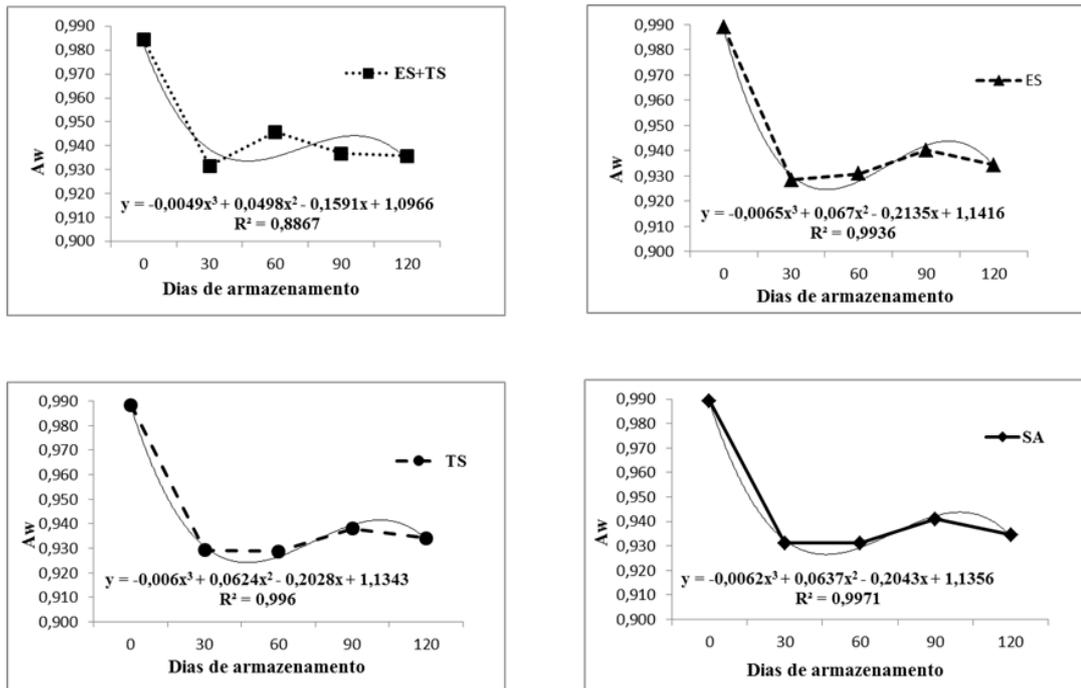


Figura 3.6 Valores médios de A_w da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

Comparando-se as Tabelas 3.4 e 3.5 observa-se relação direta entre os tratamentos para a atividade de água e o índice de fragmentação miofibrilar, onde valores superiores de A_w tiveram seu correspondente valor de IFM na maioria dos casos. A presença de água fortemente ligada às proteínas miofibrilares, o que aumenta a atividade de água, pode corresponder a um maior volume de sarcômero que reflete positivamente no índice de fragmentação miofibrilar, podendo assim explicar essa relação direta.

Na Tabela 3.6 e na Figura 3.7 estão expostos os valores médios e as curvas e equações de regressão para luminosidade (L^*). Não houve diferença estatística para a luminosidade entre os tratamentos ES/TS e TS no tempo 0 aos 120 dias de armazenamento. Os valores de luminosidade variaram entre 66,42 a 71,11 havendo uma estabilidade na luminosidade em todos os tratamentos.

No estudo realizado por FOGAÇA (2009) foram encontrado valores de L^* 65,06 para CMS de tilápia-do-Nilo. LAROSA (2011) observou valores de L^* 64,72 em 120 dias de armazenamento para CMS de tilápia-do-Nilo.

Tabela 3.6 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental L^* em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	71,11±0,7 ^{aA}	71,09±0,8 ^{aA}	70,01±0,3 ^{aB}	69,10±0,4 ^{aC}	69,77±0,5 ^{abB}
ES	69,97±0,7 ^{aA}	68,35±1,1 ^{bC}	69,26±0,3 ^{aAB}	69,16±0,6 ^{aB}	68,80±0,7 ^{bBC}
TS	70,90±0,3 ^{aA}	70,50±0,6 ^{aAB}	70,49±0,5 ^{aAC}	70,19±0,7 ^{aBC}	70,87±0,7 ^{aA}
SA	69,20±0,5 ^{bA}	66,92±0,5 ^{bBC}	67,12±1,0 ^{bB}	66,79±0,9 ^{bBD}	66,42±0,6 ^{cCD}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

SOUZA (2003) ressalta que o valor de L^* é o cromo associado à luminosidade, ou seja, indica a claridade ($L^* = 0$ preto, 100 branco) do produto. Os valores encontrados para a CMS de pacu estão dentro do padrão esperado, onde o valor de L^* tende a ser maior que 60 para pescado, como também observado pelos autores anteriormente citados (FOGAÇA, 2009).

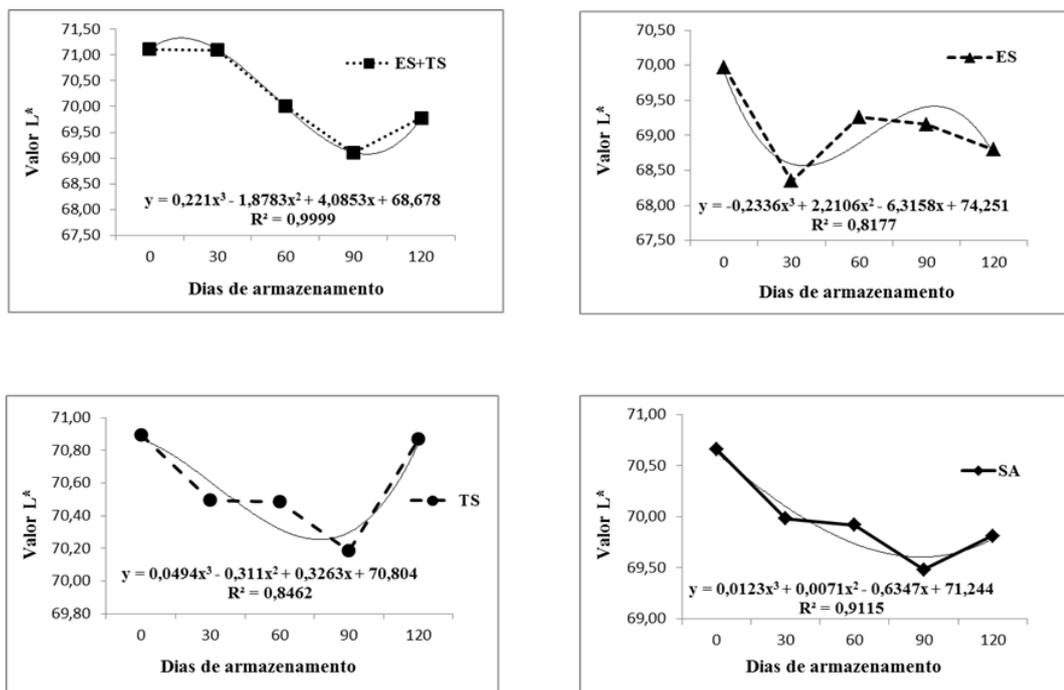


Figura 3.7 Valores médios de L^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

Na Tabela 3.7 e na Figura 3.8 estão expostos os valores médios e as curvas e equações de regressão da intensidade de vermelho (a^*) da carne mecanicamente separada de pacu

armazenada por 120 dias. Somente no início e no final do armazenamento para todos os tratamentos houve diferença significativa para os valores de a^* .

FOGAÇA (2009) observou valores para intensidade de vermelho (a^*) de 4,96 para CMS de tilápia do Nilo. LAROSA (2011) relata valores de a^* 4,79 em 120 dias de armazenamento para CMS de tilápia do Nilo.

Tabela 3.7 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental a^* em carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dia)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	$-5,13 \pm 0,2^{aA}$	$-8,18 \pm 0,9^{aB}$	$-9,05 \pm 0,8^{abcC}$	$-8,09 \pm 0,4^{abB}$	$-8,33 \pm 0,2^{aB}$
ES	$-5,37 \pm 0,2^{abA}$	$-7,73 \pm 0,5^{aB}$	$-8,63 \pm 0,7^{acC}$	$-7,95 \pm 1,4^{abC}$	$-8,10 \pm 0,4^{aB}$
TS	$-6,04 \pm 0,1^{bcA}$	$-8,08 \pm 0,2^{aB}$	$-9,61 \pm 0,3^{bcD}$	$-9,05 \pm 0,2^{aC}$	$-9,17 \pm 0,2^{bC}$
SA	$-6,32 \pm 0,2^{cA}$	$-9,02 \pm 0,3^{bD}$	$-9,15 \pm 0,3^{abcD}$	$-8,45 \pm 0,3^{abC}$	$-8,01 \pm 0,3^{aB}$

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

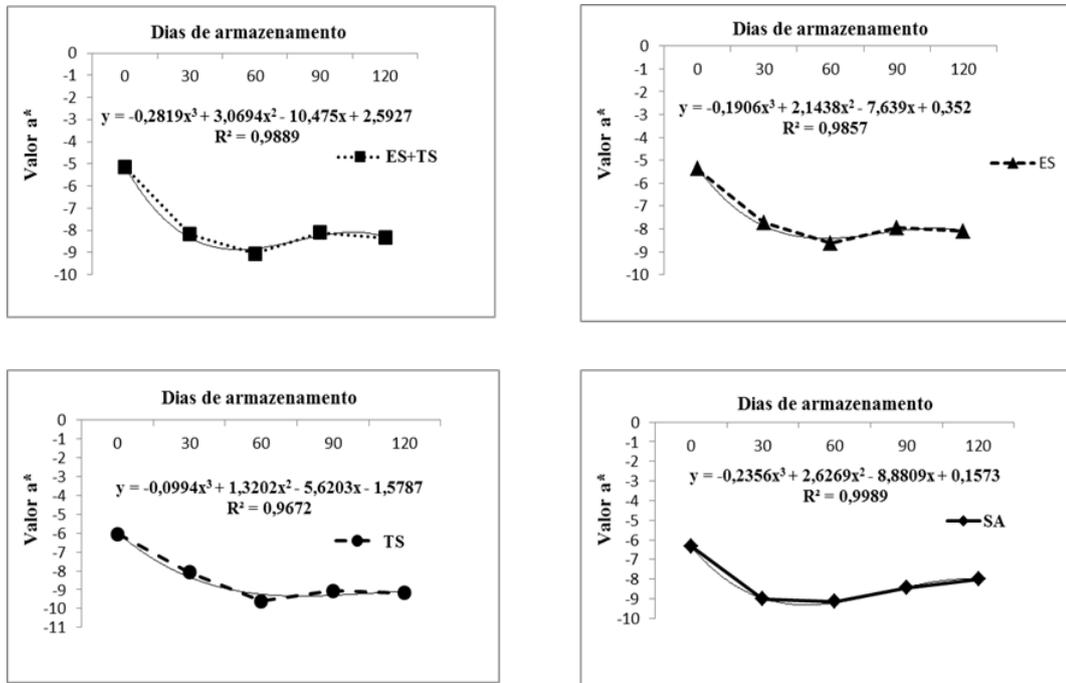


Figura 3.8 Valores médios de a^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

No presente estudo os valores para a intensidade de vermelho (a^*) variaram de -5,13 a -9,61. Segundo HUNTERLAB (2008), a intensidade de vermelho (a^*) negativo indica que as amostras após as 24 horas de armazenamento tendem a perder os tons vermelhos, a tendência de perda da cor vermelha poderá estar relacionada a oxidação parcial da hemoglobina.

Na Tabela 3.8 e na Figura 3.9 estão expostos os valores médios e as curvas e equações de regressão de intensidade amarela (b^*) da carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias. O tratamento SA diferiu estatisticamente em todos os tempos de armazenamento.

Valores de intensidade amarela (b^*) 8,41 para CMS de tilápia do Nilo e 11,38 para CMS de tilápia-do-Nilo foram encontrados por FOGAÇA (2009) e LAROSA (2011). Para a CMS de pacu armazenada por 120 dias foram encontrados resultados superiores a estes citados variando entre 16,88 a 20,18.

Tabela 3.8 Valores médios e desvios padrão da cor instrumental b^* em CMS de pacu armazenada por 120 dias.

Tratamento	Armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
ES+TS	16,88±0,1 ^{CD}	17,66±0,4 ^{BC}	18,89±0,3 ^{BB}	19,42±0,3 ^{BCA}	19,28±0,2 ^{BA}
ES	17,66±0,2 ^{abD}	18,96±0,5 ^{aC}	19,46±0,5 ^{bB}	19,57±0,3 ^{abcB}	20,17±0,3 ^{aA}
TS	17,81±0,2 ^{aC}	18,23±0,2 ^{bB}	20,18±0,1 ^{aA}	20,08±0,1 ^{abA}	20,12±0,2 ^{aA}
SA	17,03±0,3 ^{bcE}	18,11±0,3 ^{bD}	19,20±0,3 ^{bC}	19,60±0,2 ^{abB}	19,92±0,3 ^{aA}

(n=5) Médias de análises em triplicata. ES+TS= eritorbato de sódio + tripolifosfato de sódio, ES= eritorbato de sódio, TS= tripolifosfato de sódio e SA= sem aditivos. Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Médias nas mesmas linhas, seguidas de letras maiúscula distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A intensidade de amarelo (b^*) positivo indica que as amostras após cinco meses de armazenamento adquirem um tom mais amarelado que as amostras no tempo 0 (HUNTERLAB, 2008).

A diferença nos valores a e b em CMS de pacu quando comparados com o CMS de tilápia de FOGAÇA (2009) e LAROSA (2011) reflete a diferença visual entre a CMS de tilápia e pacu. Entretanto o valor de a^* e b^* são cromaticidades dadas nas coordenadas e indicando a direção da cor, onde o a^* é o croma que varia de verde (-a) ao vermelho (+a), encontrados no eixo X; e b^* , que varia do azul (-b) ao amarelo (+b), encontrados no eixo Y (SOUZA, 2003).

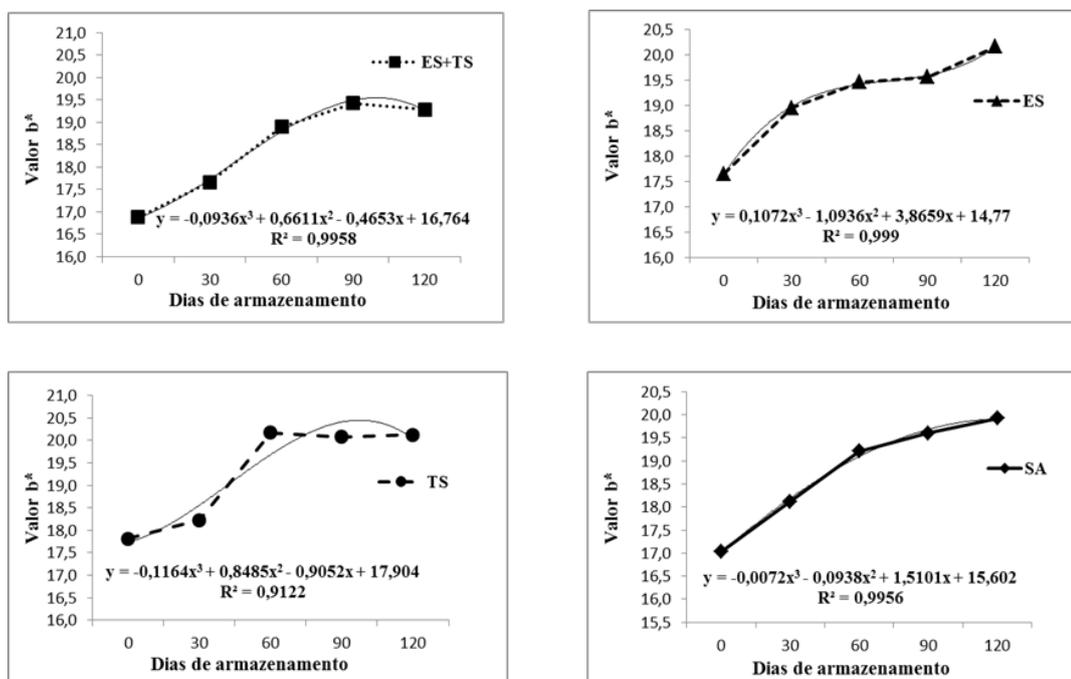


Figura 3.9 Valores médios de b^* da CMS de pacu, elaboradas com e sem aditivos armazenada a -18°C por 120 dias.

Houve uma tendência na CMS do pacu do valor L^* , a^* e b^* serem superiores ao encontrados em outros pescados. Isso pode ser explicado por um possível teor superior de hemoglobina nos músculos desses peixes, que é visualmente mais escuro que o pintado e a tilápia por exemplo.

Pelo exposto, foi possível identificar efeito dos aditivos sobre as características e propriedades da CMS de pacu de tanques-rede no Pantanal. A adição de eritorbato de sódio elevou de forma significativa à A_w , a CRA e o IFM até o trigésimo dia de armazenamento.

Já a adição de tripolifosfato de sódio teve influência no valor do pH e na CRA, onde reduziu a tendência de queda do valor como pode ser observado nas Figuras 3.3 e 3.4. Ambos os aditivos evitaram a tendência de queda mais acentuada do valor de luminosidade L^* ao longo do tempo de armazenamento verificado no controle (SA) conforme observaram COUNSELL e HORNIG (1981).

O tempo de armazenamento influenciou de forma diferente os parâmetros analisados. O pH e a A_w apresentaram-se mais elevadas no início do armazenamento, com valores aproximadamente de 6,60 e 0,97 respectivamente. Já com 30 dias de armazenamento, os valores de pH tiveram uma queda em torno de 0,1 passando para 6,50 e mantendo-se nesta faixa desde então. A A_w reduziu para valores em torno de 0,94 após 30 dias e assim

aproximadamente se manteve até o final do experimento aos 120 dias de armazenamento (Tabela 3.5 e Figura 3.6).

O tempo de armazenamento influenciou a CRA, que teve tendência de queda até os 60 dias de armazenamento, quando passa então a ter valores estáveis entre 60 e 90 dias, tornando a ter tendência de queda aos 120 dias de armazenamento. O IFM teve uma tendência contínua de queda refletindo a queda da A_w das amostras.

Nos parâmetros de cor o valor L^* oscilou em todo o período ficando na faixa de 68,0 e 71,0. Já o valor a^* apresentou uma tendência à queda primeiros dias mantendo-se relativamente estável desde então, e o valor b^* teve uma tendência de aumento durante o armazenamento. A razão a/b indica teores de mioglobina, e a tendência à diminuição deste parâmetro no experimento pode indicar degradação e oxidação desta molécula (AMARAL et al., 2007).

A presença de tripolifosfato de sódio no tratamento conferiu ao TS uma menor variação de pH ao longo do tempo de armazenamento, ao contrário dos outros tratamentos que oscilaram nos vários tempos de coleta e análise. Como dito anteriormente, essa constatação é decorrente do efeito tamponante do aditivo.

O tratamento ES+TS que combina o emprego dos dois aditivos eritorbato e tripolifosfato de sódio foi o mais eficiente ao longo do período de armazenamento, pois conferiu uma tendência de aumento no valor da CRA pelo menos por 90 dias, enquanto os outros tratamentos apresentaram uma queda no valor deste parâmetro durante o armazenamento. A manutenção da CRA é um importante indicativo da qualidade da CMS que pode refletir em sua conservação e na suculência de seus produtos derivados.

3.6 Conclusões

A adição de eritorbato de sódio elevou de forma significativa a A_w , a CRA e o IFM até o trigésimo dia de armazenamento da carne mecanicamente separada (CMS) de pacu.

A adição de tripolifosfato de sódio teve influência no valor do pH e na CRA da CMS de pacu, onde manteve por mais tempo estável o primeiro parâmetro e reduziu a tendência de queda do valor do segundo.

O tempo de armazenamento da CMS influenciou de forma diferente os parâmetros analisados. A A_w e o valor L sofreram as maiores diminuições no início do armazenamento, enquanto a CRA e o IFM tiveram a tendência de redução contínua ao longo do tempo.

O emprego combinado de eritorbato e tripolifosfato de sódio foi o mais eficiente, pois promoveu o desejável aumento da CRA, enquanto os outros tratamentos apresentaram tendência à queda do valor deste parâmetro para a carne mecanicamente separada (CMS) de pacu armazenada a -18°C por 120 dias.

3.7 Referências

ALVAREZ-PARRILLA, E.; PUIG, A.; LLUCH, M.A. Preparation and chemical and microstructural characterization of surimi from hake (*Merluccius merluccius*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*). **Food Science and Technology International**, London, v.3, n.1, p.49-60, 1997.

AMARAL, C.M.C.; PELICANO, E.R.L.; YAÑEZ, E.A.; SOUZA, H.B.A.; MACHADO, M.R.F.; SUGOHARA, A.; RESENDE, K.T. Características de carcaça e qualidade de carne de cabritos Saanen alimentados com ração completa farelada, peletizada e extrusada. **Ciência Rural**, v.37, n.2, 2007

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025 p.

BITTENCOURT, F. **Cultivo de pacu *Piaractus mesopotamicus* sob diferentes densidades em tanque-rede no Reservatório de Itaipu**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, p.46, 2008.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A; WOLFF, L. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.26, n.4, p.443-447, 2004.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.001/81, de 07 de outubro de 1981. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**, Brasília, DF, 1981.

BRASIL- Ministério da Pesca e aquicultura, 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/informacoes/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 16 de maio de 2013.

COUNSELL, J.N.; HORNIG, D.H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. England: Applied Science, Cap.7, 1981.

CULLER, R.D.; PARRISH JR., F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, Champgion, v.43, n.4, p.1177, jul. 1978.

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

FAO/WHO Draft Revised Standard for Quick Frozen Blocks of Fish Fillets, Minced Fish Flesh and Mixtures of Fillets and Minced Fish Flesh (Appendix IV). In: **Report of the 21st Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products**. Rome: Codex Alimentarius Commission, p.47-57, 1994.

FOGAÇA, F.H.S. **Caracterização do surimi de tilápia do Nilo: morfologia e propriedades físicas, químicas e microbiológicas**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Unesp-Jaboticabal, 2009.

FREITAS, J.M.A.; HIGUCHI, L.H.; FEIDEN, A.; MALUF, M.L.F.; DALLAGNOLS, J.M.; BOSCOLO, W.R. Salga seca e úmida de filés de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.613-620, 2011.

GONÇALVES, A.A. **Estudo do processo de congelamento de camarão associado ao uso do aditivo fosfato**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

GRAY, J.I.; PEARSON, A.M. Rancidity and warmed over flavor in advances in meat Reseach, **AVI Book**, v.3, New York, 1987.

GREAT FOODS BRASIL. Ácido eritórbico e eritorbato de sódio. Disponível em: <<http://www.greatfoodsbrasil.com/acidoeritorbico.htm>>. Acesso em: 23/04/2013.

GRYSCHKEK, S.F.B.; 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 Techology**, New York, v.12, n.3, p.57-69, 2003.

HUNTER, R.S. The measurement of appearance. New York: John Wiley & Sons, p.348, 1975.

HUNTERLAB. Insight on color - applications note, Hunter Associates Laboratory, Inc., v.8, n.7, 2008.

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, 2001.

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 C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.200-206, 2009.

KOMIYAMA, C.M.; MARTINS, M.R.F.B.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C.; CAÑIZARES, M.C.S.; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES, G.I.L.; ROÇA, R.O.; PAZ, I.C.L.A. Avaliação da técnica de maturação sobre a qualidade da carne e estrutura da fibra muscular do peito de matrizes pesadas de frangos de corte de descarte. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, Preprint Series, n.15, 2009.

KUEHNI, R.G. "Color: an introduction to practice and principles". Wiley, v.2, p.216, 2004.

LANKHMANAN, R.; PARKINSON, J.A.; PIGGOTT, J.R. High-pressure processing and waterholding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **LWT-Lebensmittell Wissenschaft und Technologie**, Zurich, v.40, n.3, p.544-551, 2007.

LARA, J.A.F.; GARBELINI, J.S.; DELBEM, Á.C.B. Determinação da capacidade de retenção de água em filés de pintado obtidos no Rio Paraguai (Corumbá-MS). In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS, 2010.

LAROSA, G. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais**. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2011.

MARENGONI, N.G.; POZZA, M.S.S.; BRAGA, G.C.; LAZZERI, D.B.; CASTILHA, L.D.; BUENO, G.W.; PASQUETTI, T.J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.168-176, 2009.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.566-573, 2002.

NETTO, J.D.P.C.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; MALUF, M.L.F.; FREITAS, J.M.A.D.; SIMÕES, M.R. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, São Paulo, v.69, n.2, p.181-187, 2010.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R.L.; HERMANSSON, A.M. Liquid-holding capacity and structural changes in comminuted salmon (*Salmo salar*). Muscle as influenced by pH, salt and temperature. **LWT-Food Science and Technology**, Zurich, v.28, n.3, p.329-339, 1995.

OFSTAD, R.; KIDMAN, S.; MYKLEBUST, R.; OLSEN, R.L.; HERMANSSON, A.M. Factors influencing liquid-holding capacity and structural changes during heating of comminuted cod (*Gadus morhu L.*) muscle. **LWT-Food Science and Technology**, Zurich, v.29, n.1, p.173-183, 1996.

OLIVEIRA FILHO, P.R.C. **Elaboração de embutido cozido tipo salsicha com carne mecanicamente separada de resíduos de filetagem de tilápias do Nilo**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Centro de Aquicultura/Unesp-Jaboticabal, 2009.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F.; PADOVANI, C.R. Mapeamento e descrição das áreas de ocorrência dos eventos de decoada no Pantanal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Pantanal**, p.20, 2013.

PIGOTT, G; TUCKER, B. Sea food effects of technology on nutrition. 1. ed., **Edit Marcel Dekker**, INC, New York, USA, 1990.

RODRÍGUEZ, L.G.; BELLO, R.A. Elaboración de bloques congelados de pulpa de pescado y su evaluacion durante el almacenamiento. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.37, n.2, p.351-363, 1987.

SAS - **The SAS system release 9.2**. SAS Institute Inc., Cary NC, 2008.

SIMÕES, D. R. S; QUEIROZ, M. I; VOLPATO. G; ZEPKA, L.Q. Desodorizacion de la base protéica de pescado (BPP) com ácido fosfórico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.1, p.23-26, 2004.

SIMÕES, M.R; RIBEIRO, C.D.F.A.; RIBEIRO, S.D.C.A.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X. 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, 2007.

SOARES, V.F.M.; VALE, S.R; JUNQUEIRAS, R.G.M.; GLÓRIA, M.A. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial da filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.4, p.462-467, 1998.

SOUZA, M.L.R. **Processamento do filé e da pele da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*): aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e testes de resistência da pele curtida**. Jaboticabal, 2003. Tese (Doutorado em Aquicultura), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

SOUZA, M.L.R.; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento de carcaça, file e subprodutos da filetagem da tilápia do nilo, *Oreochomis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 897-901, 2001.

TACO TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. **NEPA/UNICAMP**. Versão II, 2ª Ed., Campinas, p.105, 2006.

TANAMATI, A.; STEVANATO, F.B.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Fatty acid composition in wild and cultivated pacu and pintado fish. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Frankfurt, v.111, n.2, p.183-187, 2009.

TEIXEIRA, M.A.; BEIRÃO, L.H. Efeitos de agentes crioprotetores na capacidade de retenção de água em pasta de pescado utilizando-se a técnica de análise de superfície de resposta. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.17, n.1, p.71-82, 1999.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Tecnologias para o aproveitamento integral de pescados. **Curso técnica de manejo em piscicultura intensiva**, Macapá, 2011.

4 AVALIAÇÃO DE EMPANADO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE PACU DURANTE ESTOCAGEM

4.1 Resumo

Este trabalho teve como objetivos elaborar um produto empanado a partir da carne mecanicamente separada (CMS) de pacu cultivado em tanques-rede no Pantanal e avaliar sua estabilidade durante o processo de armazenamento por 120 dias a -18°C . Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, instrumentais e sensoriais do empanado. O valor de cinzas encontrado nos empanados foi superior aos encontrado na CMS de pacu devido ao fato da adição de sal e aditivos. Os valores da cor instrumental dos empanados variaram de 53,90 a 56,11, -9,58 a -7,34 e 21,41 a 22,9 respectivamente para L^* , a^* e b . A oxidação lipídica foi avaliada pelo método do ácido tiobarbitúrico (Tbars) cujo resultado variou entre 0,11 e 0,30 mg malonaldeído kg^{-1} . Estes valores são considerados baixos indicando leve rancificação no armazenamento a -18°C por 120 dias. Os resultados para a força de cisalhamento variaram entre 14,89 a 35,62 N. Os resultados da análise microbiológica do empanado de CMS de pacu estavam nos padrões estabelecidos pela legislação. As variações nos parâmetros avaliados para empanado proveniente da carne mecanicamente separada de pacu, cultivado em tanques-rede no Pantanal, foram suficientes para viabilizar seu consumo durante o período de armazenamento em congelamento até 120 dias a -18°C . A avaliação sensorial do empanado de CMS de pacu indicou uma boa aceitação por parte dos provadores, onde mais de 32% destes comprariam com frequência.

Palavras-chave: *Piaractus mesopotamicus*, microbiologia, sensorial, Tbars

4 EVALUATION OF BREADED OF MECHANICALLY SEPARATED MEAT OF PACU DURING STORAGE

4.2 Abstract

This study aimed to develop a breaded product from mechanically separated meat (CMS) pacu grown in cages in the Pantanal and evaluate its stability during storage for 120 days at -18°C. Physico-chemical, microbiological, instrumental and sensory analyzes were performed fingers. The amount of ash found in the breading was higher than found in the CMS pacu due to the fact that the addition of salt and additives. The values of instrumental color of breaded ranged from 53.90 to 56.11, -9,58 to -7,34 and from 21.41 to 22.9 respectively for $L * a * b$. Lipid oxidation was measured by the acid method thiobarbituric (Tbars) whose results ranged between 0.11 and 0.30 mg malonaldehyde kg^{-1} . These values were low indicating slight rancidity in storage at -18°C for 120 days. The results for the shear force ranged from 14.89 to 35.62 N. The results of the microbiological analysis of the fingers CMS pacu were the standards set by law. Variations in the parameters evaluated for the fingers from mechanically recovered meat pacu grown in cages in the Pantanal, were sufficient to permit their consumption during the freezing storage up to 120 days at -18°C. The sensory evaluation of breaded of pacu CMS indicated good acceptance by the tasters, where more than 32% would buy the product frequently.

Keywords: *Piaractus mesopotamicus*, microbiology, sensory, Tbars

4.3 Introdução

A aquicultura brasileira está obtendo um crescimento significativo e a mudança de perfil do consumidor vem despertando o interesse em relação à industrialização dos processados, pois há um crescente aumento por alimentos de fácil preparo e de qualidade nutricional; e o pescado atende a essas exigências por ser um alimento bastante nutritivo, de grande diversidade de vitaminas e minerais (GARBELINI et al., 2010). Entre esses novos tipos de produtos processados de pescado, estão aqueles que utilizam o *minced fish* ou o *surimi* como seu principal ingrediente (JESUS; TENUTA-FILHO, 2001).

O *minced fish* é definido pelo *Codex Alimentarius* como produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, submetido o processo de separação mecânica, resultando em partículas de músculo esquelético isentas de ossos, vísceras e pele. E o *surimi* é definido como produto de proteína de pescado para utilização posterior, obtido por meio da separação mecânica em que é moído, lavado, purificado, drenado, misturado com ingredientes crioprotetores e congelado (FAO/WHO, 2011).

A carne mecanicamente separada (CMS) tem uma propriedade tecnológica bastante apreciada que é a sua grande capacidade de retenção de água, o que permite que se obtenha qualquer textura desejável dos produtos à base de CMS (BARRETO; BEIRÃO, 1999).

BONACINA e QUEIROZ (2007) elaboraram empanados a partir de corvina de pequeno tamanho, favorecendo o aumento do consumo desta fonte proteica, além de proporcionar uma alternativa para as indústrias pesqueiras e beneficiar o consumidor com a praticidade no momento de consumir o produto.

Os empanados segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento, Portaria n. 574 de 08/12/1998, são produtos cárneos industrializados, obtidos a partir de carnes de diferentes espécies de animais, acrescidos de ingredientes, moldados ou não, e revestidos de cobertura apropriada que o caracterize. São populares devidos às suas características de textura, odor e sabor proporcionados pela cobertura utilizados a qual pode ser composta de diferentes ingredientes proporcionando sabor diferenciado ao produto (BRASIL, 1998).

Este estudo teve como objetivos a elaboração de empanado a partir da carne mecanicamente separada de pacu, avaliando os parâmetros físicos, químicos e

microbiológicos nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento, e análise sensorial logo após a elaboração dos empanados.

4.4 Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no período de março a novembro de 2012 no Laboratório da Embrapa Pantanal localizado no município de Corumbá-MS.

4.4.1 Obtenção da matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com o peso médio de 400 gramas. Os animais foram alimentados uma vez por dia, ao amanhecer, com ração comercial extrusada para peixes onívoros com 36% de proteína bruta (PB) entre os meses de outubro a março. Os peixes foram cultivados em tanques-rede alocados em um braço do rio Paraguai no município de Ladário, localizado na latitude de 19°00'17"S e longitude de 57°36'06"O. Os animais, em jejum, foram transportados e abatidos em gelo na proporção de 1:1 (água e gelo) e, em seguida, processados no Laboratório de Carnes da Embrapa Pantanal.

No laboratório os peixes foram descabeçados, eviscerados e o tronco limpo (sem pele e nadadeiras) foram mergulhadas em água clorada (5 ppm de cloro) por cerca de 5 minutos (FREITAS et al., 2011). Logo após os cortes e lavagem a CMS de pacu foi extraída em desossadora mecânica Hi-Tech 250. A partir dessa carne mecanicamente separada foram feitos os empanados.

4.4.2 Embalagem, congelamento e armazenamento

As amostras de 25 gramas foram embaladas, identificadas, e em seguida armazenadas a -18°C.

Foram realizadas as análises físicas e químicas de cinco amostragens de cada tratamento com tempo 0 e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento.

4.4.3 Ingredientes e procedimentos para a elaboração dos empanados

A CMS para a elaboração dos empanados foram descongeladas a temperatura de 8°C e os ingredientes pesados em uma balança semi-analítica, conforme formulação apresentada na Tabela 4.1.

Foram colocados em um *mini-cutter* todos os ingredientes, em seguida foi realizada a moldagem e após a moldagem seguiram para o empanamento, que contou com três etapas. Na primeira etapa, os empanados foram submetidos a uma imersão chamada de *predusting* que consiste em aplicação de fina camada de farinha de rosca, antes de aplicar o *batter*. Na segunda etapa ou aplicação do *batter* que é a mistura de farinha de trigo, amido, leite em pó, água e sal, formando um líquido viscoso de forma a cobrir uniformemente as porções e promover a adesão da farinha de cobertura. A terceira etapa do empanamento é o *breeding* onde a farinha de milho é triturada para a cobertura fina. Depois do empanamento, os produtos foram congelados e estocados a temperatura de -18°C.

Tabela 4.1 Ingredientes para a formulação dos empanados de CMS de pacu.

Ingredientes	Peso (%)
CMS de pacu	76,00
Amido	3,50
Proteína texturizada de soja	3,50
Salsa desidratada	0,35
Glutamato monossódico	5,00
Alho em pó	0,30
Sal	2,00
Água	5,00
Gordura	1,20
Cebola desidratada	0,40
Pimenta em pó	0,10
Eritorbato de sódio	0,15
Orégano	2,50
Total	100

Fonte: Garbelini (2006).

4.4.4 Análises físicas e químicas

4.4.4.1 Determinação da composição centesimal e pH

As porcentagens de lipídios, umidade e cinzas, foram determinadas de acordo com a metodologia do MAPA (BRASIL, 1981), e o teor de proteína total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995). Todas as amostras foram analisadas em triplicata, somente no início do armazenamento.

A leitura do pH foi mensurada com o potenciômetro digital portátil Toledo® (Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda, Tamboré – Barueri, SP), devidamente calibrado com as soluções tampão 4 e 7. O eletrodo para carne foi inserido diretamente nas amostras para a mensuração do pH. Essas leituras foram feitas em triplicatas no início dia 0 e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento.

4.4.4.2 Capacidade de retenção de água (CRA)

Utilizou-se a metodologia proposta por LANKHMANAN et al. (2007) para medir a capacidade de retenção de água. Foram pesadas amostras de 1g de músculo cru em triplicata, depois foi colocado em *ependorf* com papel filtro e passado por uma centrifugação a 1500 rpm, durante quatro minutos.

O cálculo para determinar a CRA em porcentagem foi obtido pela diferença do peso da amostra de carne após centrifugação e o peso da amostra após secagem a temperatura de 70°C por 12 horas, sendo essa diferença dividida pelo peso inicial da amostra crua e posteriormente multiplicada por 100. As amostras foram analisadas em triplicatas no início (tempo 0) e nos intervalos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem.

$$\text{CRA} = \frac{(\text{PAPC}-\text{PAC}) \times 100}{\text{PAI}}$$

PAI = Peso da amostra inicial

PAPC = Peso da amostra pós-centrifugação

PAS = Peso da amostra seca

4.4.4.3 Análise da cor instrumental

A cor instrumental foi determinada em um colorímetro da Minolta[®] (Tecnal Indústria, Comércio, Importação e Exportação de Equipamentos para Laboratório Ltda, Piracicaba, SP) sob ângulo de 90°, a temperatura ambiente. Os valores de L^* , a^* e b^* foram baseados no sistema CIELab, desenvolvido por HUNTER (1975). O valor de L^* determina o cromo associado à luminosidade ($L^* = 0$ preto; $L^* = 100$ branco), a^* o croma que varia de verde ($-a$) a vermelho ($+a$); e b^* que varia de azul ($-b$) ao amarelo ($+b$).

As amostras foram medidas no início (tempo 0) e nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento para a cor instrumental.

4.4.4.4 Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

A determinação do Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) foi realizada conforme a metodologia descrita por CULLER et al. (1978).

Foram separados 3,0 g de músculo, livres de tecido adiposo e tecido conjuntivo. As amostras foram homogeneizadas em 30 mL de tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TFMI) à 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato de potássio, 1 mM de EDTA, 1 mM $MgCl_2$ e 1 mM NaN_3), duas vezes por 30 segundos. Após a homogeneização as amostras foram centrifugadas a 1200 rcf por 15 min a 2°C, descartando o sobrenadante. O sedimento foi dissolvido em 30 mL de TMFI (2°C), utilizando um bastão de vidro até dissolver o sedimento completamente e centrifugado novamente a 1200 rcf por 15 min a 2°C. Foi descartado o sobrenadante, e a porção de gordura e o sedimento foram ressuspensos em 7,5 mL de TMFI 2°C.

O tubo foi agitado em vortex até que o sedimento fosse completamente dissolvido. As amostras foram filtradas e armazenadas em tubos (15 mL) identificados e refrigerados. Em seguida, foi extraída a proteína, em triplicata para cada suspensão. Foram colocados 0,75 mL de TMFI e 0,25 mL de amostra em tubo de ensaio e adicionados 4 mL de reagente de biureto. Foram preparados o branco com 1 mL de TMFI e 4 mL de reagente de biureto. Posteriormente, foram realizadas as leituras em absorvância no comprimento de onda de 540 nm, sendo obtidos os valores de MFI pelo seguinte cálculo $MFI = 200 \times absorvância$ (CULLER et al., 1978).

As amostras foram analisadas nos intervalos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamentos.

4.4.4.5 Análise de atividade de água (A_w)

Na avaliação da atividade de água fez-se utilização do Aqualab Decagon Devices (Decagon Devices LatAm, São José dos Campos, SP) que possui um sensor dielétrico de umidade e faz a leitura da atividade de água diretamente da amostra.

O aparelho foi previamente calibrado com NaCl 6 molar ($A_w = 0,76$) a 25°C. As amostras contendo cinco gramas foram colocadas cuidadosamente no recipiente próprio do aparelho, cobrindo todo o fundo. Depois de ligado o aparelho, a leitura foi feita automaticamente e, após três minutos, foi emitido um sinal sonoro que estabeleceu o fim da leitura. O resultado foi observado no visor digital onde fica registrada a leitura da atividade de água da amostra.

Essas análises foram determinadas no início (tempo 0) e nos intervalos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C.

4.4.4.6 Oxidação lipídica pelo método Tbars

Aproximadamente 10g de amostra foram misturadas com 50 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA), composto de 7,5% de TCA, 0,1% de propil galato e 0,1% EDTA, homogeneizado durante 1 minuto e filtrado. Em tubo de ensaio foram misturados 4 mL do filtrado, com 1 mL de solução de TCA 7,5% e 5 mL de solução TBA 0,02%. Estes tubos foram cobertos e aquecidos em banho-maria por 40 minutos, resfriados em água corrente e as absorbâncias lidas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 538 nm. Os resultados foram expressos em mg malonaldeído (MDA) por kg de amostra (VYNCKE, 1970).

Essas análises foram determinadas no início (tempo 0) e nos intervalos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento.

4.4.4.7 Determinação da força de cisalhamento

A maciez das amostras de empanados foi avaliada instrumentalmente pela determinação da força de cisalhamento em texturômetro TAXT2[®] (Extralab[®], Jarinu, SP),

equipado com célula de cisalhamento SMS (*Stable Micro Systems*), Warner Bratzler Blade (USDA), com espessura de 3 mm, comprimento 70 mm e ângulo de 60°. De acordo com ALBERT et al. (2009) as amostras foram assadas em forno elétrico na temperatura de 225°C durante 11 minutos. Os resultados foram expressos como força máxima de cisalhamento, em Newton (N).

4.4.5 Análise sensorial

Os empanados foram sensorialmente avaliados somente no início do armazenamento. Utilizou-se a escala hedônica de cinco pontos para o teste de perfil de atributos cor, sabor, textura e aparência com nota de 1 = péssimo, 2 = regular 3 = bom, 4 = muito bom e 5 = excelente, e sete pontos para o teste de intenção de compra 1 = compraria sempre, 2 = compraria muito frequentemente, 3 = compraria frequentemente, 4 = compraria ocasionalmente, 5 = compraria raramente, 6 = compraria muito raramente e 7 = nunca compraria descritos no Anexo I (MEILGAARD, 1991).

Amostras dos empanados foram analisadas por 100 degustadores não treinados de várias faixas etárias, para a análise sensorial. Para a caracterização da análise sensorial os empanados foram assados em forno elétrico na temperatura de 225°C durante 20 minutos, e em seguida, encaminhado para a avaliação sensorial. Os testes foram realizados no período da manhã e da tarde.

Exceto para a composição centesimal e avaliação sensorial dos empanados de CMS de pacu que foram realizadas somente no tempo 0, a demais foram determinadas no início do armazenamento (tempo 0) e nos intervalos 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento a -18°C.

4.4.6 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas nas amostras de empanados, com três repetições para os ensaios de coliformes a 45°C, *Staphylococcus aureus* e psicotróficos (SILVA et al.,1997).

Os resultados foram comparados com os padrões microbiológicos segundo a Resolução RDC 12 de 02/01/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

4.4.6.1 Preparo das diluições

Para obtenção das diluições, utilizaram porções assépticas da amostra, onde pesou 25g das amostras e adicionou-se em solução esterilizada contendo 225 mL de água peptonada (0,1%), agitando de forma a ocorrer a homogeneização (diluição 10^{-1}), a partir da qual foram preparados as diluições decimais subsequentes (10^{-2} e 10^{-3}) em tubos contendo 9 mL de água peptonada (0,1%) esterilizada (SILVA et al., 1997).

4.4.6.2 Número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes fecais

A contagem de coliformes a 45°C foi realizada pelo método do número mais provável (NMP). Para cada tratamento utilizou-se 25 g da amostra homogeneizada com 225 mL de água peptonada 0,1% (H₂Op), em embalagens plásticas esterilizadas para homogeneização, da qual foram feitas mais duas diluições para tubos de ensaio contendo 9 mL de água peptonada cada um. De cada uma das diluições fez-se distribuição para tubos múltiplos contendo caldo LST (caldo lauril sulfato triptose) os quais foram mantidos em estufa com temperatura controlada a 35°C por um período de 48 horas.

Após este período os tubos com resultado positivo (presença de gás no tubo de Durham) foram repicados para tubos com caldo *Escherichia coli* (EC) incubados a 45,5°C por 24 horas para a confirmação de coliformes fecais e com caldo Verde Brilhante (VB) incubado a 35-37°C por 24-48 para a confirmação de coliformes totais e a leitura foi realizada por meio da presença da produção de gás.

4.4.6.3 Contagem de *Staphylococcus aureus*

A contagem de *Staphylococcus aureus* foi realizada pelo método da contagem direta em placas. Para cada tratamento utilizou-se uma amostra de 25 g homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% (H₂Op), em sacos plásticos esterilizados para homogeneização, da qual foram feitas mais duas diluições em tubos de ensaio contendo 9 mL de água peptonada cada um.

De cada uma das diluições fez-se inoculações 0,1 mL em placas em duplicata contendo Ágar Baird-Parker (BP). Incubaram-se as placas invertidas a 35°C durante 48 horas. Procedeu-se a contagem das colônias típicas ou atípicas. Selecionaram-se cinco colônias

suspeitas transferindo cada colônia para tubos contendo caldo infusão cérebro coração (BHI). Emulsionou-se bem e incubou-se a 35°C durante 24 horas. Para o teste de coagulase foi transferido 0,2 mL das culturas obtidas em BHI para um tubo de ensaio estéril, ao qual se adicionou 0,5 mL de coagulase plasma EDTA (plasma de coelho com EDTA), misturando com movimentos de rotação. Incubou-se em banho-maria a 37°C e observou-se a cada hora a ocorrência ou não de coágulo, por um período de quatro horas.

4.4.6.4 Contagem de psicotróficos

A contagem de microrganismos psicotróficos foi analisada em placas utilizando o meio de cultura sólido (PCA). Este meio de cultura apresenta substâncias nutritivas, fatores de crescimento e fontes de energia que favorecem o crescimento da maior parte dos microrganismos, incluindo bactérias, bolores e leveduras. Foram realizadas as diluições necessárias para o plaqueamento e as placas foram incubadas invertidas a 7°C por 10 dias.

4.4.7 Análise estatística

Os dados foram analisados pelo *teste de Student “t”*, comparando as médias das variáveis em função do tempo, adotando a probabilidade no nível de 5% utilizando o programa SAS[®] 9.2 (SAS, 2008).

4.5 Resultados e Discussão

4.5.1 Análises físicas e químicas

Na Tabela 4.2 verifica-se que os empanados de pacu atenderam a legislação brasileira que determina que os produtos de origem animal devam apresentar em sua composição centesimal o mínimo de 10% de proteínas (BRASIL, 2001).

Tabela 4.2 Valores médios e desvio padrão da composição centesimal do empanado de pacu

Parâmetro	CMS	Empanado
Umidade	54,76 ± 2,49	49,24 ± 1,51
Proteína	16,24 ± 0,23	17,22 ± 0,39
Lipídios	18,24 ± 0,33	12,51 ± 0,52
Cinzas	1,32 ± 0,09	3,42 ± 0,23

(n=5)

O valor percentual da proteína (17,22%) do empanado de CMS de pacu foi superior ao encontrado por KIRSCHNIK (2007), que verificou valores entre 9,50 e 10,02 % para empanado utilizando a carne mecanicamente separada de tilápia e PEREIRA et al. (2003) que encontraram 13,23% de proteína no empanado de carpa prateada. VEIT et al. (2011) encontraram 14,67% para o empanado de mandi-pintado, porém inferior ao *steak* de pacu com 20,45% encontrado por NETTO et al. (2010). A diferença encontrada para o empanado em relação ao *steak* pode ser explicada por variações nas formulações, onde na fabricação de *steak* acrescenta isolado proteico de soja contra proteína texturizada encontrada no empanado utilizado neste experimento (Tabelas 4.1 e 4.2).

Os maiores teores de proteínas no empanado encontradas nesse experimento quando comparados com KIRSCHNIK (2007), PEREIRA et al. (2003) e VEIT et al.(2011), podem ser explicado pela menor umidade presente na CMS de pacu, assim como em função da composição da carne das espécies analisadas.

O teor de lipídios de 12,51% encontrado neste estudo foi superior ao valor de 11,77% observado por PEREIRA et al. (2003), trabalhando com o empanado de carpa prateada. VEIT et al. (2011), encontraram 10,12% lipídios para empanado de mandi-pintado, valor semelhante ao encontrado por NETTO et al. (2010) de 10,85% lipídios para *steak* de pacu.

Nesse trabalho foram encontrados valores de 49,24% e 54,76% de umidade para empanado de pacu e CMS, respectivamente. KIRSCHNIK (2007) encontrou valores de 76,61% e 80,88% de umidade em CMS de tilápia e 46,30% e 52,19% em *nuggets* de tilápia.

VIDOTTI (2011) observou para CMS de pacu 64,77% de umidade. PEREIRA et al. (2003) observaram teores de 79,38% e 55,57% de umidade, respectivamente, para polpa e empanado de carpa prateada. Esses resultados que foram superiores aos encontrados para a CMS de pacu podem ser explicados pela maior concentração de gordura e proteína presentes na CMS desse estudo (Tabela 4.2).

Após o processamento da carne de pacu para produção de CMS e elaboração do empanado houve diminuição do valor relativo da umidade. Resultados semelhantes encontraram NETTO et al. (2010) e KIRSCHNIK (2007), analisando a elaboração de *nuggets*, a partir de pacu e tilápia, respectivamente.

Os peixes de água doce apresentam variações na fração de cinzas que vão de 0,90 a 3,39% (SIMÕES, 2007). Este valor é compatível ao valor de cinzas da CMS de pacu e empanados observado neste experimento (Tabela 4.2). O teor de cinzas mais elevado nos empanados deve-se à adição de alguns ingredientes tais como o sal e glutamato monossódico (Tabela 4.1).

Na Tabela 4.3 estão os valores da cor instrumental L^* , a^* e b^* dos empanados de CMS de pacu armazenado por 120 dias a -18°C .

Tabela 4.3 Valores médios e desvio padrão da cor instrumental L^* , a^* e b^* dos empanados da carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias

Tempo de armazenamento	Variáveis		
	L^*	a^*	b^*
0	$56,11 \pm 1,31^a$	$-7,77 \pm 0,11^b$	$21,41 \pm 0,36^c$
30	$53,97 \pm 2,32^b$	$-9,58 \pm 0,55^d$	$22,79 \pm 0,80^b$
60	$54,17 \pm 1,06^b$	$-7,34 \pm 0,20^a$	$22,34 \pm 0,40^b$
90	$53,90 \pm 0,68^b$	$-7,44 \pm 0,32^a$	$22,85 \pm 0,25^a$
120	$54,31 \pm 1,76^b$	$-7,86 \pm 1,15^c$	$22,90 \pm 0,76^a$

Médias (n=5) Cor L^* (Luminosidade), Cor a^* (vermelha), Cor b^* (amarelo). Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores encontrados neste estudo para luminosidade (L^*) variaram de 53,90 a 56,11, valor a^* -7,34 a -9,58 e valor b^* 21,41 a 22,9 (Tabela 4.3) para os empanados de pacu.

Após 30 dias de armazenamento, o valor L^* variou significativamente em relação ao dia zero. O valor a^* variou praticamente em todo o período de armazenamento, exceto entre os dias 60 e 90. Para o valor b^* observou diferença significativa no dia 30 em relação ao dia 0 e entre os dias 60 e 90 de armazenamento.

SILVA et al. (2011) avaliando os empanados de carpa e tilápia em escala industrial encontraram valores para o L^* 51,8 a 69,7, a^* 5 a 8,9 e b^* 11,8 a 17,9. AGÜERIA et al. (2010), estudando *nuggets* de carpa comum encontraram valores de L^* 53,32, a^* 8,08 e b^* 11,25. As diferenças encontradas entre os valores a e b em relação aos de AGÜERIA et al.

(2010) e SILVA et al. (2011) estão relacionados a diferenças de cor entre os pescados das diversas espécies. A carne de pacu tem uma coloração mais escura que a carpa e a tilápia em decorrência da característica da espécie o que reflete nos produtos derivados, como é o exemplo do empanado.

A cor de um empanado é o atributo de maior relevância levado em consideração pelo consumidor na opção de compra (BONACINA, 2006). VELHO et al. (2009) observaram que a cor é sabidamente o principal fator para estimular os consumidores a interessar-se por produtos cárneos em geral. A manutenção dos parâmetros de cor sem alteração significativa é vital para o sucesso mercadológico do produto.

Apesar das diferenças significativas observadas ao longo da armazenagem os valores obtidos estiveram sempre próximos de L^* 54, a^* -7,0 e b^* 22,0 que caracterizam assim a cor medida no sistema de HUNTER (1975) deste produto e a possibilidade da manutenção de suas características colorimétricas por 120 dias.

Avaliou-se o pH das amostras nos diferentes dias de armazenamento sob congelamento por 120 dias a -18°C . Estes valores ficaram compreendidos entre 5,35 a 5,99, estando, portanto, dentro do estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 1997), a qual determina valor de pH inferior a 6,8 para a carne de pescado. No dia zero o valor de pH foi de 5,99, observando uma diferença significativa até 30º dia de armazenamento. Nos próximos períodos até o 90º dia não houve diferença significativa, passando esse período de 90 dias o pH volta a ter um aumento observando o valor 5,92 (Tabela 4.4).

Os valores da CRA variaram de 44,78 a 45,77%. No tempo zero até o dia 60 de armazenamento não houve diferença significativa, depois deste período, no dia 90 houve diferença significativa observando o valor 45,57% (Tabela 4.4).

BONACINA e QUEIROZ (2007) avaliaram a capacidade de retenção de água em empanado de corvina pelo método de pressão, conforme metodologia de GRAU e HAMM encontrando valores entre 91,8 a 95,8%, sendo estes superiores ao encontrado no presente estudo. Tais diferenças podem refletir no emprego de métodos diferentes de análise de capacidade de retenção de água, mas também diferenças de composição centesimal da matéria-prima, onde a proporção de gordura, umidade e proteínas pode influenciar o parâmetro.

No experimento de BONACINA e QUEIROZ (2007) os valores encontrados foram 78,50% para umidade, 18,80% para proteína e 1,10 % para gordura do empanado de corvina.

Neste estudo com pacus o valor proteico ficou próximo ao encontrado pelos autores citados, mas a porcentagem de gordura foi bem mais elevada, causando diminuição relativa da umidade, influenciando no índice de retenção de água.

Tabela 4.4 Valores médios e desvio padrão das análises físicas e químicas dos empanados de carne mecanicamente separada de pacu armazenada por 120 dias.

Tempo de armazenamento	Variáveis					
	pH	CRA (%)	IFM	TBARS	FC (N)	A_w
0	5,99 ^a ±0,28	45,02 ^a ±0,59	136,39 ^b ±26,40	0,20 ^d ±0,04	35,62 ^a ±6,14	0,922 ^b ±0,02
30	5,56 ^c ±0,27	45,77 ^a ±1,29	98,45 ^d ±27,25	0,11 ^e ±0,01	21,90 ^b ±2,38	0,920 ^{ab} ±0,01
60	5,48 ^{cd} ±0,13	44,78 ^a ±0,66	75,88 ^e ±9,28	0,29 ^{ab} ±0,12	19,98 ^b ±0,82	0,935 ^a ±0,00
90	5,35 ^d ±0,11	45,57 ^b ±0,87	100,97 ^c ±12,66	0,30 ^a ±0,17	14,89 ^d ±2,23	0,918 ^c ±0,01
120	5,92 ^b ±0,07	45,54 ^b ±1,05	160,43 ^a ±13,16	0,21 ^{ac} ±0,11	16,55 ^c ±0,80	0,921 ^c ±0,01

Médias (n=5) pH, Capacidade de retenção de água (CRA), Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM), Tbars (oxidação lipídica), Força de Cisalhamento (FC) e Atividade de água (A_w). Médias nas mesmas colunas, seguidas de letras minúsculas distintas, diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores encontrados para o índice de fragmentação miofibrilar variaram de 75,88 a 160,43. O valor encontrado no tempo 0 foi de 136,30 observando uma diferença significativa até 120 dias de armazenamento (Tabela 4.4). Os dados em relação ao IFM em produtos processados de pescado são escassos, mas CULLER et al. (1978), relatam que carnes com valores acima de 60 de IFM, são consideradas de textura satisfatória, quando avaliadas em painéis de análise sensorial.

Observou-se ao longo do experimento que entre 30 e 90 dias o IFM diminuiu mostrando o efeito dos ingredientes na estabilidade do produto. Após 120 dias observa-se valores de IFM superiores indicando a perda da qualidade do produto, também indicado pelo aumento significativo do pH de 5,35 para 5,92.

São utilizados como indicador do grau de oxidação lipídica os valores de Tbars, quantificando o malonaldeído, que é um dos principais produtos formados durante o processo

oxidativo. Os valores encontrados para a oxidação lipídica variaram entre 0,11 e 0,30 mg malonaldeído kg^{-1} nos empanados de pacu armazenados por 120 dias (Tabela 4.4). Esses valores estão dentro do mínimo esperado para a oxidação de empanados de pescado. Estes resultados conferem com os relatados por BONACINA e QUEIROZ (2007) que avaliaram a vida útil de empanados de corvina armazenados por 135 dias, encontrando valores de Tbars de 0,334 a 1,59 malonaldeído kg^{-1} . KIRSCHNIK (2007) avaliando *nuggets* de tilápia estocados por 180 dias por meio da análise de Tbars obteve pouca variação entre os dias zero e 120 observando valores de 0,90 a 1,22 malonaldeído kg^{-1} para os *nuggets*.

JESUS et al. (2001), avaliando *minced* de pacu, matéria-prima da elaboração do empanado deste trabalho, verificaram aumento significativo do índice de Tbars entre 30 e 60 dias de armazenamento de 0,450 para 0,861 mg de aldeído malônico kg^{-1} .

Houve uma redução do valor de Tbars nos primeiros 30 dias de armazenamento de 0,20 para 0,11, diferente de KIRSCHNIK (2007) e BONACINA e QUEIROZ (2007) que encontraram uma tendência de alta, ainda que discreta, dos valores de Tbars.

De acordo com LEDWARD (1981), os valores de Tbars podem reduzir ao longo do período de armazenamento devido às reações de malonaldeído com proteínas, tornando estas moléculas proteicas componentes insolúveis. Sendo assim, os compostos secundários originados da oxidação lipídica não podem ser detectados pelas técnicas empregadas e os valores de Tbars são relativamente baixos. O teste de Tbars mede a concentração de malonaldeído somente na fase de iniciação e propagação da oxidação.

Segundo DILL et al. (2009) um dos objetivos de empanar é retardar os processos de oxidação no interior do produto, mantendo suas características sensoriais por mais tempo. Neste experimento foi possível observar esse efeito após 60 dias de armazenamento, quando o índice de Tbars manteve-se sem diferenças significativas.

O produto pode ser considerado em bom estado para o consumo quando apresentar os valores abaixo de 3 mg malonaldeído kg^{-1} de amostra (BONACINA; QUEIROZ, 2007). Entretanto, segundo TRINDADE et al. (2008), valores de Tbars acima de 2,0, podem gerar rejeição por parte do consumidor devido à possibilidade de estar ocorrendo liberação de odores de rancificação. A análise sensorial específica ou novas formulações com o emprego de mais ou diferentes antioxidantes podem ser testadas para a elaboração de empanados a partir de CMS de pacu criados em tanque-rede.

Os resultados mostrados neste estudo para a força de cisalhamento variaram entre 14,89 a 35,62 N, existindo uma diferença significativa entre os dias 30, 90 e 120 dias de armazenamento, onde uma tendência de redução foi observada (Tabela 4.4). Os resultados encontrados são semelhantes ao trabalho realizado por ALBERT et al. (2009) com empanado de merluza que observaram valores entre 10 a 30 N para força de cisalhamento.

A força de cisalhamento além de medir diretamente a maciez da carne pode indicar alterações na estrutura química do alimento. Valores menores de força de cisalhamento indicam a menor resistência do alimento ao cisalhamento. Isto pode ter ocorrido neste estudo, o que é reforçado pelo correspondente aumento do índice de fragmentação miofibrilar na medida em que a força de cisalhamento diminuiu a partir de 60 dias de armazenamento em -18°C.

Observaram-se os valores para atividade de água entre 0,918 a 0,935%, obtendo diferença significativa entre os dias 60 e 90 de armazenamento (Tabela 4.4). Não foram encontrados trabalhos apresentando os valores de A_w para empanados, entretanto estudos com outras categorias de produtos derivados de pescado encontraram valores superiores aos deste estudo, como, OLIVEIRA (2011) que expos valores de A_w 0,98% para almondegas de tilápias e VAZ (2005) que encontrou valores de A_w variando 0,978 a 0,980% para linguças tipo toscana de tilápia.

Os resultados de A_w encontrados nesse estudo são menores, isso confere ao empanado uma maior segurança ao consumidor, pois menores valores de A_w estão relacionados ao menor crescimento microbiológico (FRANCO; LANDGRAF, 1996). Entretanto, MARENGONI et al. (2009) ressaltaram que os alimentos com alto teor de umidade podem estar suscetíveis à deterioração decorrente da atividade metabólica de microrganismos que necessitam de um limite mínimo da atividade de água, variando de 0,8 a 0,9. Os valores de A_w expostos no presente estudo são inferiores aos encontrados em estudos citados anteriormente, mas exigem da mesma forma conservação adicionais, como o armazenamento a -18°C.

4.5.2 Análise microbiológica

Resultados encontrados para os ensaios microbiológicos do empanado de pacu armazenado por 120 dias estão expostos na Tabela 4.5. Foram determinados os grupos de

microrganismos analisados levando em consideração os padrões microbiológicos para produtos à base de pescado pré-cozido ou empanado, constantes da Resolução RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) a legislação estabelece para pescado congelado ou resfriado e produtos à base de pescado a contagem máxima de *Staphylococcos* de 10^3 . Durante todo o tempo de armazenamento os empanados se encontraram aptos para o consumo, pois não foram constatadas colônias típicas em placa de Agar Baird Parker (BP).

VEIT et al. (2010) analisando *nuggets* de mandi-pintado encontraram < 10 UFC g^{-1} para *Staphylococcos* coagulase positiva. NETTO et al. (2011) encontraram valores de *Staphylococcos* coagulase positiva ausente nos *steak* de pacu. Valores semelhantes foram encontrados nos empanados de pacu armazenado por 120 dias (Tabela 4.5). A presença de *E.coli* pode indicar que a fonte de contaminação de coliformes pode ter sido na evisceração ou no aporte de água contaminada.

Sendo assim, os procedimentos de higiene na confecção do empanado devem ser observados, onde a ausência de microrganismos indesejados no empanado reflete a adoção de boas práticas de manipulação de alimentos. *Staphylococcos* coagulase positiva é geralmente um indicador de contaminação oriunda da manipulação inadequada de alimentos (DELBEM, 2010).

Tabela 4.5 Resultado das análises microbiológicas do empanado de pacu armazenado por 120 dias.

Dias	<i>Staphylococcos</i> positiva (UFC g^{-1})	Coliformes a 45°C (NMP g^{-1})	Psicrotróficos (UFC g^{-1})
0	ausente	$3,2 \times 10^3$	$1,06 \times 10^3$
30	ausente	$0,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
60	ausente	$0,3 \times 10^2$	$7,06 \times 10^2$
90	ausente	$0,7 \times 10^2$	$1,07 \times 10^3$
120	ausente	0	$0,8 \times 10^2$

(n=5)

Para os resultados de coliformes a 45°C no dia 0 observou valor $3,2 \times 10^3$ sendo este superior ao preconizado pela legislação (BRASIL, 2001). Após 30 dias os empanados encontravam-se dentro dos padrões corroborando com NETTO et al. (2011) que observaram para coliformes 45°C valor $1,1 \times 10^1$ nos *steaks* de pacu. No entanto, a Anvisa (BRASIL,

2001) estabelece para pescado *in natura* os seguintes padrões microbiológicos para coliformes a 45°C contagem máxima 10^2 UFC g^{-1} , segundo AGNESE et al. (2001) valores acima de 10^2 NMP g^{-1} em carne de pescado evidencia que houve falta de controle higiênico na elaboração dos produtos.

A contaminação fecal direta ocorre durante o processamento da matéria-prima de origem animal e a contaminação indireta pode ocorrer através de águas poluídas ou estima-se a qualidade das práticas de produção com elevadas concentrações que sinalizam que há necessidade de se rever os procedimentos operacionais para se identificar as causas de contaminação do produto. Em alimentos processados pelo calor sua presença é vista como preocupação (RAY; BHUNIA, 2008; SILVA et al., 1997).

No que se diz respeito à contagem de psicrotróficos, sabe-se que é improvável obter contagem igual à zero, tanto para a matéria prima, quanto para produtos processados, tanto que não se exige padrão na legislação. Ainda assim, esta análise é realizada como controle de microbiota sendo que os microrganismos psicrotróficos são os principais deterioradores do pescado refrigerado, pois diminuem a vida útil do produto. Na legislação do Estado de São Paulo (1978), citada por HOFFMANN et al. (1995), considera-se o máximo permitido de 3×10^6 UFC g^{-1} de alimento, sendo assim, as amostras estão dentro do aceitável.

4.5.3 Análise sensorial

A análise sensorial é um campo muito importante na indústria de alimentos, pois ela contribui para a determinação da qualidade de um produto novo (MONTEIRO, 1984), sendo de fundamental importância no desenvolvimento e inovação.

De acordo com DASSO (1999), a preferência por um produto por parte dos consumidores é afetada por vários hábitos e padrões culturais além da sensibilidade individual, da idade do consumidor, fidelidade a determinadas marcas, entre outros aspectos.

Dos 100 provadores desse experimento 60% eram do sexo masculino e 40% do sexo feminino. Os resultados observados para o perfil de atributos do empanado de pacu como “textura”, “sabor”, “aroma”, “aparência” e “cor” estão apresentados na Figura 4.1.

Para o atributo textura dos empanados, os provadores deram notas sendo 1% péssimo, 7% regular, 35% bom, 40% muito bom e 17% excelente. O sabor não foi considerado pelos

provedores como sendo péssimo, 8% acharam o sabor regular, 21% bom, 46% muito bom e 25% excelente.

O aroma e a aparência apresentam notas semelhantes como sendo 2% péssimo e 8% regular para o empanado. A cor apresentou notas em que 3% péssimo, 16% regular, 43% bom, 32% muito bom e 6% excelente. Pode-se observar que entre os atributos aparência, cor, aroma, sabor e textura, a avaliação da “aparência” dos produtos foi que teve uma associação mais evidente, obtendo uma avaliação de 52% como sendo “bom” seguido do aroma com 48% sendo como “muito bom”, primeira percepção para despertar o interesse pelo produto no varejo.

OLIVEIRA et al. (2011), avaliando almôndegas à base de polpa de tilápia, encontraram as respostas para o item “descreva o que você mais gostou desse produto”, o atributo sabor apresentou maior valor com 16,8%, o aroma 5,6%, textura e aparência 3,92% e 1,68% respectivamente. No item “descreva o que você menos gostou desse produto” os provedores apontaram os atributos cor e o aroma com 6,16% e 4,48%, respectivamente.

De acordo com BORDIGNON et al. (2010), que realizaram análise sensorial para croquetes de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em “V” do filé de tilápia, os croquetes foram aceitos pelos provedores de forma moderada, e não houve diferenças significativas quanto ao sabor característico de peixe, textura e coloração do produto.

A cor é um atributo de qualidade que atrai primeiramente a atenção do consumidor, e sua atitude de compra estará relacionada também a experiência que terá ao consumir os produtos de pescado, particularmente com sua maciez e sabor (GARBELINI et al., 2010).

O aroma é considerado cada vez mais, como uns dos parâmetros mais exigidos pelos consumidores. Segundo FRANCO e JANZATTI (2003) em alimentos processados, que não apresentam o aroma original do produto, existem uma tendência à rejeição por parte dos consumidores.

GONÇALVES (2008), avaliando o empanado de camarão com corte *Butterfly*, verificou por meio dos resultados dos testes de preferência entre as amostras, maior distribuição das pontuações outorgadas pelos julgadores, estavam acima do conceito “gostei regularmente”, indicando que as amostras obtiveram uma boa aceitabilidade na degustação.

Os resultados da análise sensorial de *fishburgers* de carne mecanicamente separada de tilápia observado por MARENGONI et al. (2009), obtiveram valores médios para os

parâmetros sabor, aroma, maciez e aparência global variaram entre 7,14 e 7,46 e, portanto, estiveram na faixa de “moderadamente” a “muito aceito” pelos degustadores.

Segundo NETTO et al. (2010), avaliando a aceitabilidade de empanados de jundiá, pacu e tilápia observaram que o mais aceito em relação ao sabor foi o empanado de jundiá e tilápia.

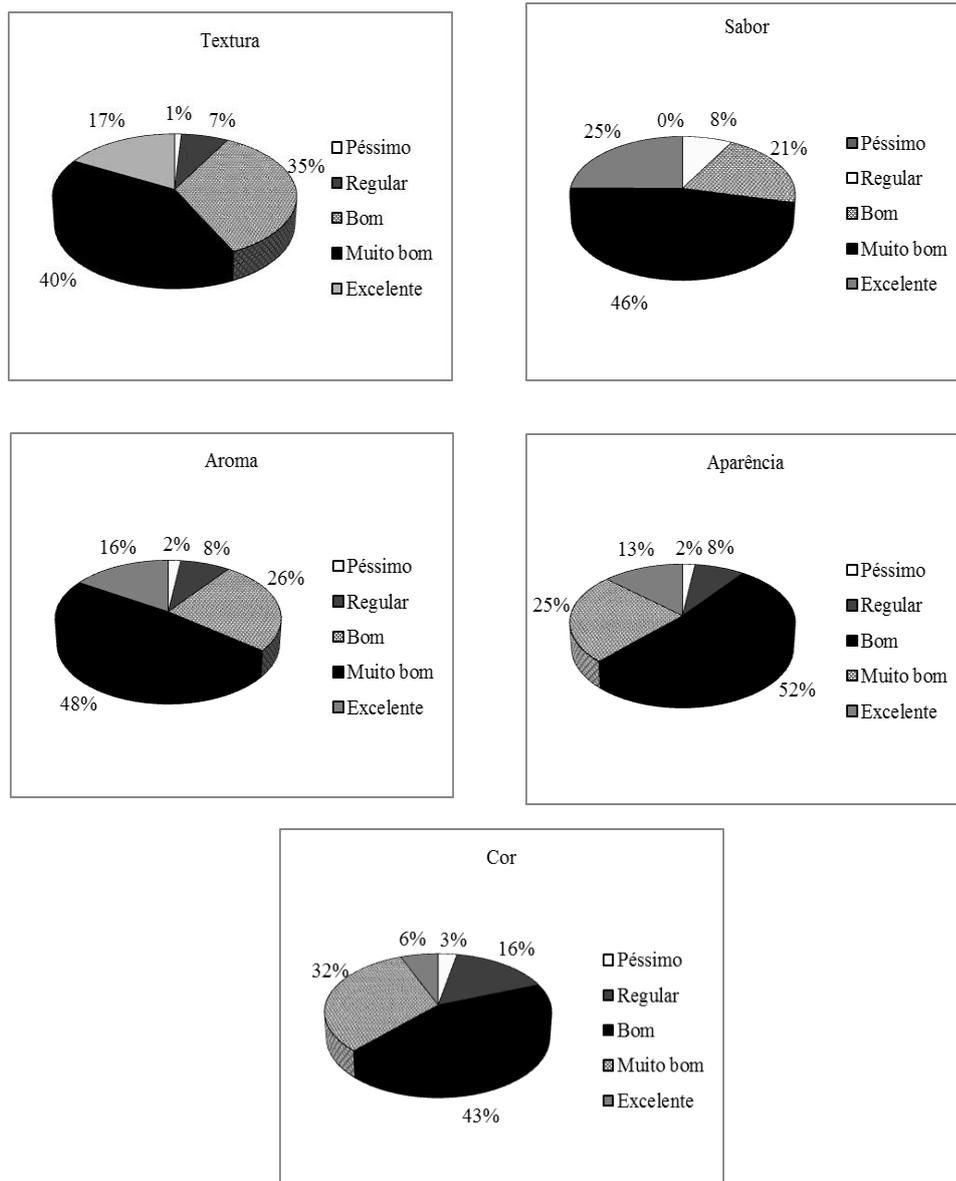


Figura 4. 1 Perfil de atributos do empanado da carne mecanicamente separada de pacu como textura, sabor, aroma, aparência e cor.

SILVA e FERNANDES (2010), com base nas análises sensoriais de *fishburger* de corvina, obteve-se uma boa aceitação, o que o caracteriza como uma ótima opção para agregar valor aos pescados menos comercializados.

De acordo com DILL et al. (2009) os produtos como empanados têm sido opções interessantes, que vem crescendo entre os processadores de produtos cárneos. A aceitação de produtos empanados tem sido crescente por parte dos consumidores, uma vez que apresentam aparência, odor e sabor muito apreciados.

No teste de intenção de compra, o provador expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida, que varia gradativamente, com base nos termos hedônicos, “compraria sempre” ao “nunca compraria”. Os resultados obtidos para a intenção de compra do empanado de pacu estão expostos na Figura 4.2, onde 19% comprariam sempre, 8% comprariam muito frequentemente, 32% compraria frequentemente, 33% comprariam ocasionalmente, 4% comprariam raramente, 4% comprariam muito raramente e 1% nunca compraria.

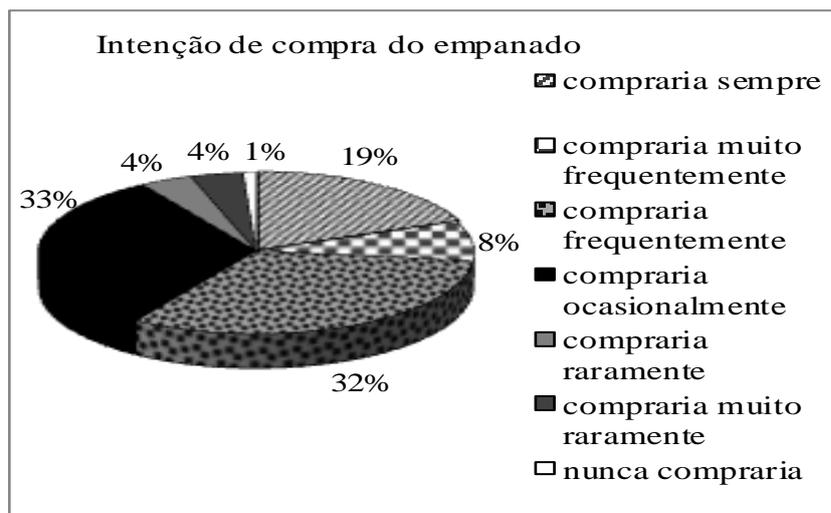


Figura 4.2 Distribuição da porcentagem dos consumidores em relação à intenção de compra do empanado da carne mecanicamente separada de pacu.

De acordo com MARENGONI et al. (2009), as médias das notas para o parâmetro intenção de compra para *fishburgers* de carne mecanicamente separada de tilápia, variaram de 3,86 a 3,98 e apontam resultados entre “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “possivelmente compraria o produto”.

NETTO et al. (2010), analisando a intenção de compra dos empanados de jundiá, pacu e tilápia, a tilápia se sobressai sobre o jundiá e os três tipos de empanados teriam consumo se estivessem no mercado.

De forma geral o empanado de CMS de pacu foi bem aceito pelos provadores, percebeu-se que as características sensoriais agradaram-lhes apresentando também boa intenção de compra.

4.6 Conclusões

As variações nos parâmetros avaliados para empanado proveniente da carne mecanicamente separada de pacu, cultivado em tanques-rede no Pantanal, foram suficientes para viabilizar seu consumo durante o período de armazenamento em congelamento até 120 dias a -18°C .

O empanado de CMS de pacu apresentou valores de *E.coli* elevado no início de período de armazenamento e depois diminuiu indicando que o controle microbiológico deve ser feito ao longo de todo período de estocagem.

A avaliação sensorial do empanado de CMS de pacu indicou uma boa aceitação por parte dos provadores, onde mais de 32% destes comprariam com frequência.

4.7 Referências

AGNESE, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; SILVA, P.P.O.; OLIVEIRA, G.A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica - RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.88, p.67-70, 2001.

AGÜERIA, D.; GRANATO, A.; TABERA, A., ; SANZANO, P. Productos pesqueros reestructurados. Elaboración de nuggets a partir de carpa común (*Cyprinus carpio*) y tomate. **Revista La Industria Cárnica**, Tandil, n.168, p.54-58, 2010.

ALBERT, A.; PEREZ-MUNUERA, I.; QUILES, A.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S.M.; HERNANDO, I. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**, Valencia, v.23, n.5, p.1443-1448, 2009.

AOAC – **Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 16 ed. Arlington: AOAC, 1995.

BARRETO, P.L.M.; BEIRAO, L.H. Influência do amido e carragena nas propriedades texturiais de surimi de tilápia (*Oreochromis* sp.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.183-188, 1999.

BONACINA, M.; QUEIROZ, M.I. Elaboração de empanado a partir de corvina (*Micropogonias furnieri*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.3, p.544-552, 2007.

BORDIGNON, A.C.; SOUZA, B.E.D.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C.C.; BOSCOLO; W.R.; FEIDEN, A. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiaru. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.1, p.109-116, 2010.

BRASIL. ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, Brasília: Ministério da Saúde, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.001/81, de 07 de outubro de 1981. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**, Brasília: MAPA, 1981.

BRASIL. MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 574, de 8/12/98**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 31 de julho de 2000. **Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, produtos cárneos salgados, empanados, presunto tipo serrano e prato elaborado pronto contendo produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Brasília: MAPA, 1997.

CULLER, R.D.; PARRISH, J.R.F.C.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, Champgion, v.43, n.4, p.1177, 1978.

DASSO, I. Qué ponemos em juego al degustar um alimento? **La Alimentación Latinoamericana**, v.33, n.229, p.34-36, 1999.

DELBEM, A.C.B.; GARBELINI, J.S.; LARA, J.A.F. Avaliação microbiológica do pintado (*Pseudoplatystoma corruscan*) obtido no Rio Paraguai (Pantanal) e conservado em gelo. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS, 2010.

DILL, D.D.; SILVA, A.P.; LUVIELMO, M.M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**, São Leopoldo, v.5, n.1, p.33-49, 2009.

FAO/WHO. Code practice for fish and fishery products (CAC/RCP 52-2003). **Codex alimentarius: food standards**, Roma,p.1-136, 2003. Disponível em: <http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=en>. Acesso em: 24 de julho. 2011.

FRANCO, B.M.; LANDGRAF, M., **Microbiologia dos alimentos**, São Paulo: Atheneu, p.182, 1996.

FRANCO, M.R.B.; JANZANTTI, N.S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M.R.B. Aroma e sabor de alimentos: temas atuais. **Livraria Varela**, São Paulo, p.17-28, 2003.

FREITAS, J. M. A.; HIGUCHI, L. H.; FEIDEN, A.; MALUF, M. L. F.; DALLAGNOLS, J. M.; BOSCOLO, W. R. Salga seca e úmida de filés de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 613-620, 2011.

GARBELINI, J.S. **Avaliação sensorial, microbiológica e físico-química do pacu e da tilápia**. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2006.

GARBELINI, J.S.; DELBEM, A.C.B.; LARA, J.A.F.; SANTOS, T.S.; FERNANDES, I. M.S. Elaboração de produtos a partir de carne mecanicamente separada de cachara (*Pseudoplatystoma faciatum*). In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS, 2010.

GARBELINI, J.S.; DELBEM, Á.C.B.; NASCIMENTO, F.L.; LARA, J.A.F.; ASSIS, T.C. Atributos de qualidade em filés de cachara produzidos em tanques-rede no rio paraguai (LADÁRIO-MS). In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL, 5., 2010, Corumbá, MS. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal: UFMS, 2010.

GONÇALVES, A.; GOMES, P. Desenvolvimento de um produto de valor agregado: camarão empanado corte butterfly. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, São Luís, v.3, n.1, p.62-75, 2008.

HOFFMANN, F.L.; GARCIA-CRUZ, C.H.; VINTURIN, T. Levantamento preliminar da qualidade higiênico-sanitária de filés de pescada branca (*Microdon ancylodon*) comercializados na cidade de São José do Rio Preto (SP). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.13, n.1, p.13-20, 1995.

HUNTER, R.S .The measurement of appearance. New York: John Wiley & Sons, p.348, 1975.

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, 2001.

KIRSCHNIK, P.G. **Avaliação da estabilidade dos produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Faculdade de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

KOMIYAMA, C.M.; MARTINS, M.R.F.B.; MENDES, A.A.; SANFELICE, C.; CAÑIZARES, M.C.S.; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES, G.I.L.; ROÇA, R.O.; PAZ, I.C.L.A. Avaliação da técnica de maturação sobre a qualidade da carne e estrutura da fibra muscular do peito de matrizes pesadas de frangos de corte de descarte. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, Preprint Series, n. 15, 2009.

LANKHMANAN, R.; PARKINSON, J.A.; PIGGOTT, J.R. High-pressure processing and waterholding capacity of fresh and cold-smoked salmon (*Salmo salar*). **LWT-Lebensmittell Wissenschaft und Technologie**, Zurich, v.40, p.544-551, 2007.

LEDWARD, D.A. Intermediate moisture meats. In: LAWRIE, R. A. ed. **Developments in Meat Science**. 2.ed., Elsevier Applied Science, London, p. 159-194, 1981.

MARENGONI, N.G.; POZZA, M.S.S.; BRAGA, G.C.; LAZZERI, D.B.; CASTILHA, L.D.; BUENO, G.W.; PASQUETTI, T.J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de *fishburgers* de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.168-176. 2009.

MEILGAARD, M.; CIVILE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2.ed. Editora CRC Press, Nova York. P.354, 1991.

MONTEIRO, C.L.B , **Técnicas de análise sensorial**. 2.ed. Curitiba, p.21-79 ; p.90-94, 1984.

NETTO, J.D.P.C.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; MALUF, M.L.F.; FREITAS, J.M.A.D.; SIMÕES, M.R. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.69, n.2, p.181-187, 2010.

OLIVEIRA, M.C. **Elaboração de produto reestruturado tipo “almôndegas” a base de polpa de tilápia (*Oreochromis niloticus*) adicionada de proteína texturizada de soja (*Glycine max*)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) - Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2011.

PEREIRA, A.J.; WASZCZYNSKYJ, N; BEIRAO, L.H.; MASSON, M.L. Características físico-químicas, microbiológicas e sensorial da polpa de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e dos produtos reestruturados. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.14, n.2, p.211-218, 2003.

RAY, B.; BHUNIA, A. **Fundamental of food microbiology**. 4th edition. CRC Press. Taylor & Francis group. Boca Raton, London and New York, p.536, 2008.

SAS. **The SAS system release 9.2**. SAS Institute Inc., Cary NC, 2008.

SILVA, A.D.; ZITKOSKI, J.; MAZUTTI, M.A.; MOSSI, A.; OLIVEIRA, J.V.; OLIVEIRA, D.D; Treichel, H. Evaluation of process parameters in the industrial scale production of fish nuggets. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.2, p.406-411, 2011.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997.

SILVA, S.R; FERNANDES, E.C.S. Aproveitamento da corvina (*Argyrosomus regius*) para elaboração de fishgurger. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v.17, n.3, 2010.

SIMÕES, M.R; RIBEIRO, C.D.F.A.; RIBEIRO, S.D.C.A.; PARK, K.J.; MURR, F.E.X. 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, 2007.

TRINDADE, M.A.; NUNES, T.P.; CONTRERAS-CASTILLO; FELÍCIO, P.E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.160-168, 2008.

VAZ, S.K. **Elaboração e caracterização de linguiça fresca “tipo toscana” de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

VEIT, J.C.; DE FREITAS, J.M.A.; DOS REIS, E.S.; MALUF, M.L.F.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R. Caracterização centesimal e microbiológica de *nuggets* de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.3, p.1041-1048, 2011.

VELHO, J.P.; BARCELLOS, J.O.J.; LENGLER, L.; ELIAS, S.A.; OLIVEIRA, T.E. Disposição dos consumidores porto-alegrenses à compra de carne bovina com certificação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.399-404, 2009.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Tecnologias para o aproveitamento integral de pescados. **Curso técnica de manejo em piscicultura intensiva**, Macapá, 2011.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, Hamburg, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de pescado de origem continental no Brasil vem crescendo ao longo de décadas. O tradicional mercado de consumo de peixe inteiro eviscerado *in natura* ou em conserva, ou mesmo o de filés congelados poderá tornar-se saturado em algum momento desta expansão da oferta.

A produção de derivados do pescado como alternativa de consumo poderá ser viável caso possua padrão de qualidade, escala e preço acessíveis a crescente inclusão no mercado de consumidores com perfis diferentes do já existente.

A utilização do processamento, de novas áreas de cultivo e do aumento da oferta de pescado nativo são táticas úteis para suprir esta demanda crescente.

Neste contexto, a carne mecanicamente separada de pacu cultivado no Pantanal mostrou-se viável tecnologicamente em sua conservação sob congelamento e na utilização para produção de empanado de pescado. Entretanto, muitos desafios ainda se apresentam para a pesquisa e desenvolvimento neste tema.

Quais são os custos dessas operações? Qual o lucro que se pode obter? Qual a escala dessa produção que pode ser realizada sem causar excessivo impacto ambiental? Os produtores, que possivelmente serão pequenos aquicultores com características de agricultura familiar, terão inclusão social?

Ou seja, mais pesquisas devem ser conduzidas para aprimorar ainda mais a viabilidade técnica de CMS de qualidade de peixes nativos sem, no entanto, deixar-se de responder se a produção é sustentável?

ANEXO I. AVALIAÇÃO SENSORIAL DO EMPANADO DE CMS DE PACU

Nome: _____ data: _____

TESTE DE PERFIL DE ATRIBUTOS

Instruções: Você está recebendo amostra de empanado. Deguste cuidadosamente a amostras e atribua notas para cada característica avaliada, de acordo com o seguinte critério:

- 1= péssimo
- 2= regular
- 3= bom
- 4= muito bom
- 5= excelente

Atributos	Amostra
Aparência	
Cor	
Aroma	
Sabor	
Textura	

Comentários: _____
 _____.

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

- (1) Compraria sempre
- (2) Compraria muito frequentemente
- (3) Compraria frequentemente
- (4) Compraria ocasionalmente
- (5) Compraria raramente
- (6) Compraria muito raramente
- (7) Nunca compraria

Nota: _____

Comentários: _____