

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



**QUALIDADE DOS “MINCED FISH” DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) E MATRINXÃ (*Brycon
amazonicus* Spix & Agassiz, 1819) PROCEDENTES DE
PISCICULTURA**

EYNER GODINHO DE ANDRADE

**MANAUS
2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

EYNER GODINHO DE ANDRADE

**QUALIDADE DOS “MINCED FISH” DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) E MATRINXÃ (*Brycon
amazonicus* Spix & Agassiz, 1819) PROCEDENTES DE
PISCICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Dr. Rogério Souza de Jesus

**MANAUS
2006**

Ficha Catalográfica

Catologação na fonte pela Biblioteca Setorial do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ) / UFAM – Parintins/AM

A553q	<p>Andrade, Eyner Godinho de Qualidade dos “minced fish” de tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i> Cuvier, 1818) e matrinxã (<i>Brycon Amazonicus</i> Spix & Agassiz, 1819) procedentes de piscicultura / Eyner Godinho de Andrade. – Manaus: (s.n.), 2009. 65 f.; il. color.; 30 cm.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Amazonas. Orientador: Prof. Dr. Rogério Souza de Jesus.</p> <p>1. Peixes cultivados. 2. Fish mince. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 579.554.2</p>
-------	--

EYNER GODINHO DE ANDRADE

**QUALIDADE DOS “MINCED FISH” DE TAMBACUI
(*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) E MATRINXÃ (*Brycon
amazonicus* Spix & Agassiz, 1819) PROCEDENTES DE
PISCICULTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Rogério Souza de Jesus, Presidente
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/CPTA

Dr. Manoel Pereira Filho, Membro Externo
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/CPAq

Dr. Edson Lessi, Membro Interno
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/CPTA

DEDICATÓRIA

À minha mãe Socorro Godinho, ao meu pai Ivan Andrade e aos meus irmãos Ivan filho, Ivana e Rafael.

AGRADECIMENTOS

A Deus e “Nossa Senhora do Carmo”, a quem recorro nos momentos mais difíceis da minha vida e aos quais dou graças sempre nos momentos mais felizes.

Ao Dr. Rogério de Jesus, pela paciência e dedicação durante a orientação desta pesquisa.

Ao Dr. Edson Lessi pelas idéias brilhantes que facilitaram o desenvolvimento dos trabalhos.

Aos amigos Fábio Markendorf, Emanuel Leite, Dra. Denise e Dr. Fabio Moroni pela grande ajuda na logística, processamento e análise das amostras, fotos e etc., sem os quais não teria conseguido levar o trabalho adiante.

Aos amigos do mestrado Cristiane Gama, Jovana Benoliel, Alcinira Farias, Izabela Garcia, Marduce Márquez, Luciana Malinsky, Luciana Contin, Renata Duarte, Fabio Markendorf, Moacir Andrade Jr, Fabio Cicalise e Ozanildo, pela amizade e companheirismo durante esses dois anos de convivência.

Ao MSc. Paulo de Tarso Falcão e à colega Lídia Guedes Figueiredo pela importantíssima ajuda com as análises microbiológicas.

Aos funcionários, Marluce, Sebastião, Ribamar e D. Socorro pela relação de amizade durante minha permanência na CPTA/INPA.

À colega Nívea Geovana e ao colega Marcelo Barroncas pelo pronto atendimento no fornecimento dos peixes para esta pesquisa.

À minha amiga Márcia Melo pelos quase cinco anos de convivência que tornaram minha permanência em Manaus mais feliz e que foi decisiva para que ingressasse no Mestrado.

Ao meu grande amigo Raimundo Marcos que esteve presente em todos os momentos importantes da minha vida acadêmica dando apoio moral e ajudando na realização dos trabalhos.

Aos amigos Fábio Lopes, Ricardo Aparício, Maíra Rejane e Carlos Sena que fizeram parte do painel sensorial e que acompanharam a pesquisa até sua conclusão.

Ao amigo Hélio Daniel pela prestimosa ajuda na realização das análises estatísticas.

Ao ITAL, na pessoa da Dra. Vera Baldini pela realização das análises de aminoácidos.

Ao INPA/CPTA e à UFAM/DEPESCA, pela disponibilidade da estrutura física que possibilitou a execução das análises de laboratório.

À FAPEAM pela bolsa concedida e pela ajuda financeira na compra de parte dos reagentes utilizados nas análises.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da estocagem congelada sobre a estabilidade sensorial, química, microbiológica e propriedades funcionais da proteína dos “minced fish” de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e de matrinxã (*Brycon amazonicus*) provenientes de pisciculturas localizadas próximas à Manaus (AM), elaborados em condições laboratoriais. De modo geral, durante a estocagem congelada dos “minced fish” ocorrem perdas na funcionalidade das proteínas como a diminuição da solubilidade protéica e da capacidade de retenção de água (CRA), bem como a deterioração enzimática e bacteriana, quando são formados diversos compostos voláteis que podem provocar, entre outros problemas, a rancidez oxidativa e o aumento do pH muscular. Para avaliar a estabilidade dos “minced” de matrinxã e tambaqui durante sua estocagem a -20°C foram utilizados parâmetros como: valores de N-BVT, pH, testes sensoriais e contagens bacteriológicas. A solubilidade protéica e o CRA foram determinados para verificar as possíveis alterações na funcionalidade das proteínas devido ao congelamento. Foi também feita a caracterização química e nutricional dos “minced fish” por meio da composição centesimal e perfil de aminoácidos. Foi determinado o rendimento da carne triturada, obtida após os processos de decaptação, evisceração e separação mecânica. Os resultados foram baixos: 37,44% e 47,0% para o tambaqui e a matrinxã, respectivamente. Com base no teor de lipídios e valor energético, ambos os peixes foram classificados como semígordos. O tambaqui com 2,66% de lipídios e 90,98 kcal/100g e a matrinxã com 5,55% de lipídios e energia de 127,67 kcal/100g. Os peixes utilizados no experimento possuíam alto teor protéico: 16,74% para o tambaqui e 18,61% para a matrinxã, estando presentes em sua composição todos os aminoácidos essenciais. A solubilidade protéica dos “minced fish” para ambas as espécies estudadas apresentou uma diminuição drástica no primeiro mês de armazenagem e tendeu a estabilizar-se após sessenta dias, mantendo-se entre 0,03 e 0,04 g/dL até o final do experimento. Ao longo dos cento e quinze dias de estocagem congelada a -20°C os “minced fish” de tambaqui e matrinxã apresentaram estabilidade do CRA que variou entre 95 e 97%. O N-BVT, para ambos os “minced”, apresentou um aumento nos primeiros trinta dias, seguido de uma queda acentuada até o final do experimento, ficando sempre abaixo do limite de 30 mg de N-BVT/100 g. Os valores de pH mostraram uma elevação de 6,17 a 6,39 para a matrinxã e de 6,30 a 6,48 para o tambaqui até os sessenta dias de estocagem a -20°C e após esse período houve uma queda com tendência à estabilidade. Durante a estocagem congelada do “minced” de matrinxã notou-se uma redução das contagens bacterianas. Pode ter havido contaminação das amostras ou falhas no congelamento, não havendo, contudo, a presença de *Escherichia coli*. Na avaliação sensorial os produtos de ambas as espécies mantiveram-se em qualidade “A” ao longo do período experimental. Os resultados permitem concluir que os “minced fish” mantiveram estabilidade mesmo por longos períodos de estocagem sob congelamento constituindo-se em uma alternativa para diversificação da produção da indústria pesqueira regional e permitindo a busca por outros mercados, tanto nacional como internacional.

Palavras-chave: Peixes cultivados, “fish mince”, estabilidade, estocagem, congelamento.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the frozen storage on the sensory, chemical, microbiological stability and functional properties of the protein of “minced fish” of tambaqui (*Colossoma macropomum*) and matrinxã (*Brycon amazonicus*) catering by fish culture located near Manaus (AM), elaborated in laboratories conditions. In general, during frozen storage of “minced fish” occurs losses on a functionality of proteins as reduction of solubility and of water-holding capacity (WHC), as well as deterioration enzymatic and bacterial, when diverse volatile composites that can incite, among others problems are formed, the oxidative rancidity and the muscular increase of pH. To evaluate the stability of “minced” of matrinxã and tambaqui during its storage -20°C had been used parameters as: values of N-BVT, pH, sensory tests and bacteriological countings. The protein solubility and the WHC had been determined to verify the possible alterations in the functionality of proteins due to the freezing. Also the chemical and nutritional characterization of “minced was made fish” by means of the proximal composition and amino acid profile. The income of the triturated meat was determined, after gotten the processes of decapitation, gutted and separation mechanics. The results had been low: 37.44% and 47.0% for tambaqui and matrinxã, respectively. On the basis of the text of lipids and energy value, both the fish had been classified as semi fat. Tambaqui with 2,66% of lipids and 90,98 kcal and matrinxã with 5,55% of lipids and energy of 127,67% kcal. The fish used in the experiment process high proteins text: 16.74% for tambaqui and 18.61% for matrinxã, being gifts in its composition all the essential amino acids. The protein solubility of “minced fish” for both the studied species presented a drastic reduction in the first month of storage and it tends to stabilize sixty days after, remaining itself it enters 0,03 and 0,04 g/dL until the end of the experiment. Throughout the one hundred and fifteen days of frozen stockage -20°C “minced fish” of tambaqui and matrinxã had presented stability of the CRA that varied between 95 and 97%. The N-BVT, for both “minced”, presented an increase in first the thirty days, followed of a fall accented until the end of the experiment, being always below of the limit of 30 mg of N-BVT/100 g. The values of pH had shown to a rise of 6,17 the 6,39 for matrinxã and of 6,30 the 6,48 for tambaqui until the sixty days of storage -20°C and after this period had a fall with trend to the stability. During the frozen storage of “minced” of matrinxã a reduction of the bacterial countings was noticed. It can have had contamination of the samples or imperfections in the freezing, not having, however, the presence of *Escherichia coli*. In the sensory evaluation the products of both the species had been remained in quality “A” throughout the experimental period. The results allow to conclude that “minced fish” had kept same stability for long periods of frozen storage consisting in an alternative for diversification of the production of the regional fishing industry and allowing the search for other markets, national as in such a way international.

keywords: Cultivated fish, “fish mince”, stability, storage, freezing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E GRAFICOS

Figura 1:	Captura do pescado nos tanques de piscicultura.....	29
Figura 2:	Acondicionamento do pescado em gelo para transporte.....	29
Figura 3:	Etapas de obtenção dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã.....	30
Figura 4:	Embalagem do “minced fish”.....	31
Figura 5:	Pesagem dos peixes inteiros antes do processamento.....	31
Figura 6:	Estabilidade da solubilidade protéica dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	40
Figura 7:	Estabilidade da Capacidade de Retenção de Água (CRA) dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	41
Figura 8:	Teores de N-BVT dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	43
Figura 9:	Valores de pH dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	44
Figura 10:	Estabilidade sensorial dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	46
Figura 11:	Correlação entre o CRA e a Solubilidade Protéica do “minced fish” de tambaqui sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	47
Figura 12:	Correlação entre o N-BVT e pH do “minced fish” de matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	48
Figura 13:	Correlação entre o N-BVT e Avaliação Sensorial do “minced fish” de matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	48
Figura 14:	Correlação entre o N-BVT e Avaliação Sensorial do “minced fish” de tambaqui sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição Centesimal (média e desvio padrão) dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã.....	35
Tabela 2:	Composição em Aminoácidos dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã e de outras fontes protéicas.....	38
Tabela 3:	Contagem microbiológica do “minced fish” de matrinxã, estocado a -20°C durante 115 dias de estocagem.....	44
Tabela 4:	Contagem microbiológica do “minced fish” de tambaqui, estocado a -20°C durante 115 dias de estocagem.....	45

GLOSSÁRIO

- A.O.A.C.** – Association of Official Analytical Chemist.
- AFEAM** – Agência de Fomento do Estado do Amazonas.
- AFW** – Air-Flotation Washing.
- AGROAMAZON** – Agência de Agronegócios do Estado do Amazonas.
- CIAMA** – Companhia de Desenvolvimento do Estado do Amazonas.
- CPTA** – Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos.
- CRA** – Capacidade de Retenção de Água.
- FAO** – Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAPESCA** – Federação das Associações de Pescadores do Amazonas.
- FEPECSA** – Federação dos Pescadores dos Estados do Amazonas e Roraima.
- IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
- ICMSF** – International Commission on Microbiological Specifications for Foods.
- IDAM** – Instituto de Desenvolvimento Agropecuário do Estado do Amazonas.
- INPA** – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.
- KCl** – Cloreto de Potássio.
- LANARA** – Laboratório Nacional de Referência Animal.
- N-BVT** – Nitrogênio em Bases Voláteis Totais.
- NIFEXT** – Nitrogen Free Extract.
- NMP** – Número Mais Provável.
- pH** – Potencial Hidrogeniônico.
- SEAP-PR** – Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca.
- SUFRAMA** – Superintendência da Zona Franca de Manaus.
- TCA** – Trichloroacetic Acid.
- UFC** – Unidades Formadoras de Colônia.
- WHO** – World Health Organization.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 A importância da pesca para a região amazônica.....	15
2.2 A piscicultura na Amazônia.....	16
2.3 As espécies estudadas.....	18
2.4 “Minced fish”.....	20
3. OBJETIVOS.....	28
3.1 Geral.....	28
3.2 Específicos.....	28
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 Matéria-prima.....	29
4.2 Obtenção dos “minced fish”.....	30
4.3 Embalagem dos “minced fish”.....	30
4.4 Determinação do rendimento dos “minced fish” obtidos em condições laboratoriais	31
4.5 Determinação da composição química e nutricional dos “minced fish”.....	32
4.6 Determinação das propriedades funcionais dos “minced fish”.....	33
4.7 Determinação da qualidade físico-química dos “minced fish”.....	33
4.8 Determinação da qualidade microbiológica dos “minced fish”.....	34
4.9 Análise sensorial dos “minced fish” cozidos.....	34
4.10 Análises estatísticas.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Rendimento.....	35
5.2 Composição química e nutricional dos “minced fish”.....	35
5.3 Propriedades funcionais dos “minced fish”.....	39
5.4 Qualidade físico-química dos “minced fish”.....	41
5.5 Qualidade microbiológica dos “minced fish”.....	44
5.6 Estabilidade Sensorial dos “minced fish”.....	45
5.7 Análises Estatísticas.....	47
6. CONCLUSÕES.....	50
7. REFERÊNCIAS	51
ANEXO.....	65

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial da pesca e da aqüicultura, segundo o relatório bianual da FAO (2004) forneceu cerca de 101 milhões de toneladas de pescado para o consumo humano em 2002. Isso equivale dizer que houve consumo per capita aparente de 16,2 kg cujo maior crescimento foi atribuído à aqüicultura. De acordo com esse documento, se excluída a produção da China, o fornecimento total de pescado cresceu mais lentamente que a população e, devido a isso, o consumo médio per capita caiu de 14,6 kg em 1987 para 13,2 kg em 1992 e desde então vem se mantendo constante (FAO, 2004).

No Brasil, a produção da pesca em 2004 foi de 1.015.914,0 toneladas sendo que desse total 500.116,0 t. foram oriundos da pesca marinha, 246.100,5 t. da pesca continental, 88.967,0 t. da maricultura e 180.730,5 t. da aqüicultura continental (IBAMA, 2005). Estima-se que o consumo de pescado no país seja da ordem de 8 kg/capita/ano segundo a SEAP- PR (GLOBO RURAL, 2003).

Os Estados do Amazonas e Pará são os maiores produtores de pescado da Região Norte que produziu, em 2004, 252.361,0 t., incluindo a pesca extrativa e a aqüicultura. O Pará contribuiu para essa produção com 153.806,0 t. e o Amazonas com 64.470,5 t. (IBAMA, 2005). Esses números podem ser considerados subestimados devido à deficiência no sistema de coleta de dados vigente.

No Amazonas, o pescado é o produto de maior expressão no que se refere à produção, consumo, geração de emprego e renda no setor primário. São aproximadamente 2.500 espécies de peixes representando cerca de 8% dos peixes de todo o mundo, 30% dos peixes de água doce e 75% dos peixes de água doce do Brasil (COHEN, 1970). A estimativa da produção total de peixes comestíveis capturados pela pesca comercial e de subsistência é superior a 200.000 toneladas/ano, que estão concentradas em menos de 100 (cem) espécies (PONTES, 2004).

O tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) é a segunda espécie mais apreciada, logo depois do pirarucu (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829). Esse peixe vem sendo ameaçado devido ao grande esforço de pesca sobre suas populações naturais causado pelo crescimento explosivo nos grandes centros urbanos da região, fato que veio acompanhado por aumento nos preços do pescado (PETRERE JR, 1978; ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1997).

No Estado do Amazonas, o tambaqui é a espécie mais criada, com área de 693 ha. de espelho d'água. Suas características de rusticidade, fácil manejo reprodutivo e alimentar e a aceitação no mercado despertaram interesse das pesquisas em diversas áreas, dentre elas a aqüicultura (SUFRAMA, 2003).

Outra espécie que tem merecido destaque no cenário da aqüicultura, e que ocupa o quinto lugar em desembarque no porto de Manaus, é o matrinxã (*Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1819). É a segunda espécie mais criada no Estado, com 27 ha. de área alagada, que atrai cada vez mais investimentos pelo seu rápido crescimento e bom preço de mercado (SUFRAMA, 2003; BRANDÃO et al., 2005).

A piscicultura é, sem dúvida, uma das alternativas para diminuir a pressão sobre os estoques da natureza e, também, uma forma de garantir a oferta dessas espécies no mercado regional. Porém, mais do que isso, a piscicultura também pode ser uma saída para as indústrias de pescado que enfrentam grandes problemas devido à sazonalidade da produção pesqueira na região amazônica. São cerca de seis meses de alta produção pesqueira, período no qual a indústria trabalha com capacidade máxima, e seis meses de escassez de pescado, quando as indústrias desaceleram a produção ou até mesmo chegam a parar por falta de matéria-prima, trabalhando com o pescado estocado durante a safra.

O planejamento da produção de piscicultura para os meses de entressafra seria uma forma de abrir novas possibilidades de mercado para os peixes de viveiros e uma maneira de garantir a oferta constante de matéria-prima de que a indústria pesqueira local necessita, garantindo mais emprego e renda.

A atividade cresce cada vez mais e até o momento são três as espécies de peixe que despertam maior interesse dos piscicultores da Região Norte: o tambaqui, o matrinxã e o pirarucu. O tambaqui e o matrinxã, ambos possuem tecnologia de reprodução artificial dominada e o pirarucu ainda depende de mais pesquisas para a elucidação do seu mecanismo reprodutivo e manejo alimentar. No entanto, a grande quantidade de espinhas intramusculares é fator limitante para que aquelas espécies possam alcançar o mercado internacional de pescado ficando restrita sua comercialização aos países onde estão distribuídas na natureza.

Como alternativa tecnológica para o aproveitamento integral dessas espécies, propõe-se a utilização do processo de separação mecânica da carne de pescado para obtenção do “minced fish” que, segundo Flick et al. (1990), constitui-se num produto versátil, porém instável. Isso por que os compostos que levam à instabilidade, como enzimas, pigmentos heme e lipídios, não são retirados como no “surimi”, onde uma etapa de lavagem e

centrifugação é adicionada ao fluxograma de processamento, podendo então provocar alterações da textura e “flavor” durante sua estocagem (HALL; AHMAD, 1992).

Diante dos problemas que a separação mecânica e a estocagem congelada do “minced fish” podem ocasionar no produto a ser comercializado, pretende-se neste estudo avaliar a estabilidade sensorial, química e microbiológica, bem como as propriedades funcionais da proteína do “minced” de tambaqui e matrinxã provenientes de pisciculturas próximas à cidade de Manaus-Am.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A importância da pesca para a região amazônica

A pesca é uma atividade de grande importância na Amazônia desde os tempos da colonização, nos séculos XVII e XVIII, e até antes, há cerca de oito mil anos atrás quando os índios exploravam os recursos naturais e os peixes já constituíam fontes de proteína para a manutenção humana (MEGGERS, 1977; ROOSEVELT et al., 1991). Não se conhece com exatidão o número de espécies de peixes existentes na bacia amazônica. Vários autores situam esse número em torno de 1,5 a seis mil tipos de peixes, porém artigo mais específico e atual fixa o total de espécies próximo de três mil (SANTOS; G. M.; SANTOS, A.C.M., 2005).

O potencial pesqueiro da bacia amazônica foi estimado entre 425.000 a 1.500.000 toneladas/ano (BAYLEY, 1981; BAYLEY; PETRERE JR., 1989; PETRERE JR. et al., 1992). No estuário amazônico, a produção poderia ser entre 385.000 a 475.000 toneladas/ano (DIAS NETO; MESQUITA, 1988). Isso daria à Amazônia a capacidade de produzir quase 2.000.000 de toneladas de pescado por ano.

Embora os números impressionem, todo esse potencial ainda vem sendo subutilizado pela pesca comercial. As pescarias se concentram em poucas espécies que tem a preferência do consumidor e que alcançam bons preços de mercado. No Estado do Amazonas, onde a produção da pesca extrativa, em 2004, foi de 59.695,5 toneladas, 36 espécies fazem parte das estatísticas de desembarque do IBAMA e essa pesca seletiva tem feito com que haja uma redução nos estoques naturais dessas espécies (IBAMA, 2005).

As dez espécies com maior expressão em termos de produção segundo o IBAMA (2005) são jaraqui (25,7%), curimatã (10,4%), pacu (10,1%), piramutaba (5,6%), matrinxã (5,0%), tambaqui (4,3%), tucunaré (3,5%), sardinha (3,5%), mapará (3,5%) e dourada (3,3%) que juntas significam 75,0% da produção de peixes do Amazonas.

A importância da pesca não se dá somente como provedora de proteína animal, pois além de ser fundamental como alimento para as populações do Norte do Brasil onde o consumo per capita chega a ser 22 kg/ano em Manaus e 500 g/pessoa/dia em comunidades ribeirinhas (BATISTA et al., 1998), a atividade também gera emprego e renda para mais de 40.000 pescadores profissionais e 70.000 pescadores ribeirinhos, de acordo com Pontes (2004).

Apesar da notória importância, a estrutura dessa atividade no Estado do Amazonas encontra-se desorganizada, desarticulada e as relações com os principais agentes despertam desconfiança e oportunismo, gerando um aproveitamento ineficiente dos recursos pesqueiros (PONTES, 2004).

Os desperdícios de pescado no porto de Manaus que já foram de cerca de 30%, hoje chegam a 10% de um total de 200 a 300 toneladas/dia, segundo a FEPESCA. Isso devido à falta de um local para desembarque e armazenagem adequados do pescado que é desembarcado diariamente. De acordo com a FAPESCA, a cobrança pela construção de um terminal pesqueiro na cidade de Manaus já dura 40 anos (MERCADO DA PESCA, 2006).

Em Novembro de 2005 foi assinado um convênio entre o Ministério dos Transportes, o Governo de Estado do Amazonas e a Prefeitura Municipal de Manaus, para a construção de um terminal pesqueiro composto de três balsas com capacidade para atracar 51 embarcações, duas fábrica de gelo com capacidade para produzir 30 t., dois silos de 60 t, cada, para armazenagem do gelo produzido e capacidade para armazenar 200 toneladas de pescado, devendo ser concluído em 2006 (CIAMA, 2005; MERCADO DA PESCA, 2006).

2.2 A piscicultura na Amazônia

Após a aprovação da legislação brasileira que regulamenta o uso de águas públicas para a produção de animais aquáticos, estão à disposição aproximadamente 5,3 milhões de ha. de espelhos d'água, o que significa para o cultivo de peixes uma nova fase. A aqüicultura nacional cresceu 26% nos últimos cinco anos, enquanto que o crescimento internacional foi de 9% (REVISTA SAFRA, 2001).

A aqüicultura mundial produziu 39,8 milhões de toneladas no ano de 2002 (FAO, 2004). Já a produção brasileira de pescado de aqüicultura foi de 269.697,5 toneladas/ano em 2004. A maricultura contribui com 88.967,0 t. e a aqüicultura continental com 180.730,5 t.. A criação de organismos marinhos decresceu 11,9% enquanto que a aqüicultura continental cresceu 2,0% comparando os anos de 2003 e 2004. A região Norte produziu, nesse mesmo período, 17.531,5 t. de pescado de aqüicultura. O maior produtor foi o Amazonas com 4.775,0 t. seguido do Estado de Rondônia com 4.041,0 t. (IBAMA, 2005).

A piscicultura é a atividade aqüícola dominante na bacia amazônica muito embora, mesmo com incentivos governamentais, ainda não seja uma atividade econômica de destaque (FREITAS, 2003). A baixa densidade populacional, relativa abundância dos estoques pesqueiros naturais e o isolamento regional que dificulta o acesso aos principais centros

consumidores são os três principais motivos para a falta de tradição da aquicultura na Amazônia (PETRERE JR., 2001).

As espécies amazônicas são bastante difundidas no Brasil e no mundo devido à vantagens como o porte, crescimento, sabor da carne e alguns peixes como pirarucu e tambaqui possuem resistência a baixas quantidades de oxigênio na água (ALMEIDA-VAL; VAL, 1995).

Os peixes com maior potencial para a criação em cativeiro são: tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon* sp.), jaraqui (*Semaprochilodus* spp.), curimatã (*Prochilodus nigricans*), acará-açu (*Astronotus ocellatus*), tucunaré (*Cichla monoculos* e *C. temensis*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) (GRAEF, 1995). No entanto, a piscicultura na região tem se desenvolvido sobre três espécies principais: tambaqui, matrinxã e pirarucu.

O Amazonas tem um potencial muito grande para a produção de peixes e isso é evidenciado pelos parâmetros ecológicos e biológicos, pela quantidade de água, pela ocorrência de vales interiores e pelo desempenho excelente das espécies nativas em cativeiro (SUFRAMA, 1996).

Os produtores do Estado contam com 4 (quatro) estações de reprodução de peixes que fornecem os juvenis com aproximadamente 30 dias de idade: a estação do IDAM na Vila de Balbina no Município de Presidente Figueiredo, a empresa Águas Claras em Manacapuru, a Amazon Fish em Itacoatiara e uma estação em Manaus que fornece 200.000 alevinos. A estação de Balbina atualmente produz 12 milhões de alevinos e tem uma meta para 2006 de 30 milhões (MERCADO DA PESCA, 2006).

O programa do Governo Estadual “Zona Franca Verde” tem incentivado, por meio da SEPA/AM, a criação de peixes com a instalação de centros de produção e/ou distribuição de alevinos e fábricas de ração, além disso, tem promovido cursos técnicos em nível médio e facilitado o acesso ao crédito por meio da AFEAM. Isso tem promovido um crescimento da produção de 100%/ano segundo a AGROAMAZON (MERCADO DA PESCA, 2006).

Caso o crescimento da aquicultura se mantenha nesse patamar, em poucos anos haverá produção suficiente para atender o mercado local e o excedente poderá ser beneficiado e exportado para o restante do país. Considerando que o mercado internacional não está habituado com a grande quantidade de espinhas intramusculares que possuem os peixes regionais de escama, como o tambaqui e a matrinxã, uma alternativa de aproveitamento integral da carne dessas espécies é a elaboração do “minced fish”.

2.3 As espécies estudadas

2.3.1 Tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)

Esse peixe é o maior caracídeo da América do Sul, pode atingir mais de 1 m de comprimento padrão (cp) e 30 kg de peso total (COSTA; BARTHEM; BITTENCOURT, 2001; ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005). O tambaqui pertence à classe Actinoptergii (EIGENMANN, 1915; BRITSKY, 1977), é da ordem dos Characiformes, da família Characidae e seu gênero é *Colossoma* (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005).

No Brasil é denominado tambaqui, mas é conhecido também como cachama, na Venezuela, cachama negra, na Colômbia, gamitana, no Perú e é ocasionalmente chamado de *black pacú* na língua inglesa (KUBITZA, 2004; ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005). A espécie foi descrita por George Cuvier em 1818 como *Colossoma macropomum*, mas denominações sinônimas são encontradas como: *Colossoma oculum* (Cope, 1871) e *Colossoma nigripinnis* (Cope, 1878), (KUBITZA, 2004).

Sua distribuição natural abrange a bacia do Rio Amazonas, desde a foz do Rio Xingu, no Pará, até o médio Rio Ucaiali, no Perú. Distribui-se também pela bacia do Rio Orinoco, na Venezuela (COSTA, BARTHEM; BITTENCOURT, 2001; ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005).

O tambaqui tem seu ciclo de vida associado às planícies de inundação sendo os jovens abundantes em lagos e áreas alagadas onde se alimentam de zooplâncton, frutos e sementes e os adultos realizam, durante a época de seca, migrações no rio principal, cujos movimentos relacionam-se com a dispersão e reprodução da espécie (NOVOA et al., 1984; NOVOA, 1990; ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1997; COSTA; BARTHEM; BITTENCOURT, 2001).

A espécie assume papel importante na pesca das bacias dos rios Amazonas e Orinoco com destaque nos desembarques de núcleos urbanos da Venezuela, Perú, Bolívia e Brasil. No rio Orinoco é explorado principalmente pela frota da Venezuela (COSTA; BARTHEM; BITTENCOURT, 2001) e no Rio Amazonas pela frota do Brasil onde está a maior parte da bacia. Não tem grande importância nos centros urbanos da Amazônia peruana e colombiana, sendo nessa última consumido principalmente por populações rurais, porém tem grande destaque na Amazônia boliviana e brasileira (BARTHEM et al., 1995).

A maior captura de tambaqui está no sistema Amazonas-Solimões, na Amazônia Central, que tem Manaus como seu principal porto de desembarque (COSTA; BARTHEM; BITTENCOURT, 2001). O tambaqui já contribuiu com 40% do total desembarcado em

Manaus no final da década de 70 (PETRERE JR., 1978), mas sua captura declinou durante os anos 80 e a espécie entrou na sobrepesca (MERONA; BITTENCOURT, 1988).

O desembarque do tambaqui na Região Norte em 2004 foi de 3.118,5 toneladas, sendo o Estado do Amazonas o maior explorador da espécie, desembarcando 2.596,5 toneladas. A aquicultura contribuiu com a produção de tambaqui na região com 12.998 toneladas. Os maiores criadores estão no Amazonas e Rondônia onde a produção estimada é de 4.518,5 e 3.200,0 toneladas, respectivamente (IBAMA, 2005).

Os dados, embora se saibam das dificuldades e fontes de erros na estatística pesqueira, permitem dizer que atualmente a maior produção da espécie é de piscicultura, um setor que tende a crescer ainda mais, levando em conta o cenário atual.

A composição química do tambaqui criado foi estudada por Bello e Rivas (1992) que encontraram para três lotes com diferentes classes de comprimento variações nos teores de umidade de 73,71 a 81,30%, proteína de 17,42 a 18,11%, lipídios 0,48 a 7,06% e cinza de 1,03 a 1,20%.

Andrade e Oliveira (2002) estudaram as características fisiológicas, sensoriais e químicas do filé de exemplares de tambaqui capturados em ambiente natural e criados em tanques escavados não encontrando diferenças significativas quanto à sua composição centesimal. Os teores encontrados para os peixes procedentes da pesca comercial foram: 80,75% de umidade, 0,95% de cinza, 0,60% de lipídios e proteína de 17,70%. E para os peixes procedentes de piscicultura foram: 80,10% de umidade, 1,04% de cinza, lipídios de 0,85% e proteína 18,01%.

2.3.2 Matrinxã (*Brycon amazonicus* Spix & Agassiz, 1819)

Conhecida como matrinxã, a espécie *Brycon amazonicus* pertence à classe Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e gênero *Brycon* (GOMES; URBINATI, 2005). Alcança porte máximo de 3 a 4 kg e atinge sua maturação sexual com 2 a 3 anos (GRAEF, 1995; GOMES; URBINATI, 2005).

É uma espécie restrita à Bacia Amazônica (HOWES, 1982; GRAEF, 1995). Devido à sua enorme distribuição geográfica e pela falta de uma revisão que abranja um grande número de espécies representativas, Borges (1986) diz ser confusa sua taxonomia. Até recentemente a espécie foi denominada *Brycon cephalus*, porém segundo Lima (2003) essa espécie restringe-se ao alto rio Amazonas no Perú e nos rios e lagos da Bolívia.

As matas alagadas e ciliares são seus principais fornecedores de energia (GOULDING, 1980), tem hábito onívoro alimentando-se na natureza de sementes, frutos, flores, restos vegetais, plantas herbáceas, restos de peixes, aracnídeos, anelídeos e insetos (GRAEF, 1995; PIZANGO-PAIMA et al., 2001).

O matrinxã tem grande importância no mercado da pesca amazônica ocupando o quarto lugar no porto de desembarque de pescado de Manaus nos anos de 1994 a 1996 segundo Batista e Petrere Jr. (2003). Em 2004, segundo o IBAMA, o desembarque de matrinxã na região Norte foi de 3.186,5 toneladas e o Amazonas é o maior produtor com 2.986 t. da pesca extrativa e 226 t da piscicultura (IBAMA, 2005).

Apesar de ser a segunda espécie mais criada no Estado do Amazonas com 27 ha. de área alagada, sua produção em cativeiro não é tão expressiva comparada ao tambaqui devido a problemas na sua reprodução artificial apresentando alto canibalismo na fase larval.

A composição química da matrinxã produzida em ambiente de confinamento foi determinada por Batista et al (2004) que encontrou os seguintes resultados: umidade 72,3%, extrato etéreo 7,5%, proteínas 18,4% e cinza 0,9%.

2.4 “Minced fish”

2.4.1 O uso do “minced fish”

O “minced fish” é um importante produto para o consumo humano em países como o Japão, Estados Unidos da América, Rússia, Argentina, Tailândia, China e Chile (SHEVICLO, 1997). De acordo com o Comitê do Codex Alimentarius, “minced fish” é um produto obtido a partir de uma única espécie ou mistura de espécies de peixes com características sensoriais similares, submetido a processo de separação mecânica, resultando em partículas de músculo esquelético isentas de ossos, vísceras e pele (FAO/WHO, 1994).

Para a fabricação do “minced fish” a recomendação da FAO (2001) é que se mantenha o pescado a temperaturas abaixo de 5°C e em seguida proceda-se ao descabeçamento e evisceração, que normalmente são feitos de forma manual em pequenas companhias e por máquinas em empresas de larga escala. Dependendo da espécie, cerca de 30-50% é desperdiçado, influenciado por fatores como estação de captura e frescor da matéria-prima entre outros (FAO, 2001).

Após a produção, o “minced fish” é imediatamente embalado, usualmente em sacos de polietileno de 2-10 kg como embalagem primária e em caixas de papelão como embalagem secundária (GASHTI, 2002).

A crescente popularidade dos produtos à base de “minced fish” e “surimi” tem feito surgir uma gama de novos produtos e isso tem elevado os níveis de consumo de proteína segundo Taha (1996).

Muitos produtos são elaborados tendo o “minced fish” como base dentre os quais se destacam os fishburgers e as salsichas de peixe que são os mais comuns. No entanto, há uma gama de produtos feitos a partir do “minced” como: fish ball, fish cake, fish patty, fish loaf, fish finger, fish nugget, fish chikuwa e extensores de pescado dentre outros (GASHTI, 2002).

O “minced fish” pode ainda ser usado na elaboração de caldos ou sopas de peixe (JESUS, 1998), proteína texturizada de pescado (BHATTACHARYA et al., 1992), produtos fermentados como pastas e molhos, concentrados protéicos de pescado (CPP) e hidrolisados protéicos de pescado (HPP) (VENUGOPAL; SHAHIDI, 1995).

Oliveira (1989) utilizou a carne triturada de jaraqui (*Semaprochilodus* spp.), uma das mais abundantes espécies amazônicas, para a elaboração de “fish chips” desenvolvendo um produto com aceitabilidade sensorial e comercial.

Amorin e Inhamuns (2003) utilizaram pequenos bagres amazônicos para a elaboração de produtos como “fishburger” e salsichas de peixe a partir da carne triturada e concluíram que espécies como o bacu (*Pterodoras granulosus*) e a piracatinga (*Callophysus macropterus*) normalmente rejeitadas pela aparência e/ou devido a tabus alimentares alcançam ótima aceitação sensorial desde que apresentadas de outra forma que não a convencional “*in natura*”.

Braz Silva (2004) fez uso do “minced fish” de piranha-preta (*Serrasalmus* spp.) para produção de sopa instantânea de peixe, gerando um produto com aceitação sensorial, excelente qualidade nutricional e despertando o interesse comercial.

Gonzaga e Inhamuns (2005) produziram “nuggets” a partir de aracu, branquinha e cubiu e obtiveram bons resultados na avaliação sensorial com destaque para os produtos de aracu com maiores rendimento e aceitação sensorial.

Investigando o uso da mistura de espécies amazônicas (curimatã, jaraqui, aracu e cubiu) para a obtenção de “minced fish” e “fishburger”, Andrade et al. (2005) obtiveram produtos com alto rendimento e boa aceitação sensorial, não encontrando diferenças significativas entre os produtos obtidos a partir de polpa lavada e não lavada.

Gonzaga et al. (2005) utilizaram o jaraqui para a produção de reestruturados de pescado que obtiveram boa aceitação destacando o potencial das espécies amazônicas na elaboração de produtos à base de pescado.

2.4.2 Efeitos da separação mecânica sobre a qualidade do “minced fish”

As máquinas separadoras de carne podem ser utilizadas na indústria de pescado para recuperar o máximo possível de carne deixada nas carcaças após a filetagem ou para o aproveitamento de espécies de baixo ou nenhum valor comercial (PARK; MORRISSEY, 2000).

Durante a etapa de separação mecânica há uma ruptura dos tecidos, pela forte compressão a que o músculo é submetido e exposição dos mesmos ao ar atmosférico que acelera os processos de oxidação na etapa de estocagem (JESUS, 1998).

RHEE (1988) menciona que o músculo cru quando triturado, congelado e estocado por tempo prolongado ou se manipulado excessivamente pode sofrer problemas com oxidação, acelerando o desenvolvimento de “off-flavor” nos produtos após a cocção.

A trituração dos tecidos acarreta um aumento na taxa de reações químicas que favorecem o crescimento de microrganismos devendo, portanto, haver preocupação tanto com aqueles que provocam doenças toxi-infecciosas quanto com os envolvidos na deterioração do pescado (ABRAHAM et al., 1992).

Jesus et al. (2001) estudando a estabilidade de “minced fish” durante o congelamento observaram que as contagens microbianas são relativamente altas no início do congelamento, possivelmente por deficiências no processamento, porém não foram encontrados coliformes fecais e coliformes totais. Os autores relatam que ao longo do tempo há uma tendência de decréscimo das contagens que é típica em condições de congelamento. A mesma tendência foi observada por Souza (2001) em experimento com “minced fish” de aracu, jaraqui e mapará, nos quais o congelamento causou uma redução das contagens microbianas em função do tempo de armazenagem.

2.4.3 Mudanças na qualidade do “minced fish” durante a estocagem

A vida de prateleira do “minced fish” estocado a -20°C , segundo a FAO (2001), é estimada em 90 dias. Em temperaturas inferiores a -30°C o tempo de conservação aumenta para 180 dias (GASHTI, 2002).

Uma das mais importantes técnicas para a preservação do músculo de peixe por longos períodos é a estocagem congelada, porém podem ocorrer mudanças estruturais e físico-químicas (HERRERA, PASTORIZA e SAMPEDRO, 2000) que incluem desidratação parcial da proteína, mudanças na conformação das proteínas devido à concentração de sais inorgânicos e interações entre lipídios e ácidos graxos livres e/ou produtos da oxidação lipídica com as proteínas, bem como ação da TMAOase (BENJAKUL et al., 2004).

Mudanças na solubilidade protéica são usadas como indicativo da qualidade de alimentos estocados, sendo muitas de suas propriedades funcionais associadas à solubilização da proteína em soluções salinas (STEFANSSON, HULTIN, 1994) tais como a gelatinização, emulsificação e formação de espuma (NAKAI; CHAN, 1985).

De acordo com Jiang e Lee (1985) durante os estágios iniciais de desnaturação provocadas pelo congelamento das proteínas do peixe, a miosina e a actina formam uma fração insolúvel devido ao decréscimo da solubilidade protéica que, segundo Gill, Keith, e Smith (1979), tem estreita relação com a produção de formaldeídos.

Parkin e Hultin (1982) mencionam que a produção e a reatividade de formaldeídos são aumentadas no “minced fish” devido à ruptura da integridade na estrutura muscular e durante a estocagem, os formaldeídos aceleram a formação de polímeros de alto peso molecular da miosina e actomiosina (ANG e HULTIN, 1989). Isso conseqüentemente diminui a solubilidade das proteínas.

A capacidade de retenção de água (CRA) é bastante utilizada na tecnologia de alimentos e é uma propriedade funcional relacionada com a hidratação que, por sua vez, depende da interação entre as moléculas protéicas com a água (SOUZA, 2001). Representa o poder das proteínas em ligar-se à água e retê-la após pressão, filtração ou centrifugação.

O CRA é um indicador das mudanças na carga e estrutura das proteínas musculares e é influenciado pelo pH que, quando próximo do ponto isoeletrico, acarreta a precipitação e agregação das proteínas (HAMM, 1960 apud GÓMEZ-GUILLÉN; MENDES; MONTERO et al., 1997). Uma baixa capacidade de retenção de água previne o excesso de umidade que pode impedir a geleificação adequada, porém uma quantidade de água livre mínima deve existir permitindo a hidratação e solubilização das proteínas miofibrilares para a produção de um gel elástico e coesivo (HERMANSSON, 1986).

A deterioração do pescado seja enzimática ou bacteriana, gera vários compostos nitrogenados como trimetilamina, dimetilamina, amônia e ácidos voláteis e seus teores são mensurados pela determinação do Nitrogênio em Bases Voláteis Totais (N-BVT) (SOUZA, 2001). O N-BVT vem sendo usado para se estimar de forma objetiva a qualidade do pescado

e espera-se que seu valor aumente à medida que as contagens microbianas sejam mais elevadas (JESUS, et al., 2001). Segundo Dalgaard, Gram e Huss (1993), uma população de 10^8 a 10^9 unidades formadoras de colônia (CFU)/ g de *Shewanella putrefaciens* é considerada crucial para produção de TMAO e, portanto, para os níveis de N-BVT.

Para Kyrana e Lougovois (2002) e Papadopoulos et al. (2003) os níveis de N-BVT não são bons indicadores para o frescor de peixes. De acordo com Huss (1988), os níveis de N-BVT não devem ser utilizados para avaliar as primeiras alterações, sendo utilizado somente para estimar o grau de deterioração nas últimas etapas de conservação. Isso porque apresenta quantidades iniciais muito elevadas que segundo vários autores se devem à ação enzimática e, principalmente, à quantidade de bactérias presentes que produzem compostos nitrogenados como amônia e aminas voláteis, as quais levam a deterioração mais rápida do pescado.

Batista et al. (2004) afirmam, no entanto, que isso tem sido válido para pescado de mar e de rios manuseados inadequadamente e que para pescado de piscicultura no Amazonas esse índice tem se mostrado excelente na avaliação das alterações da qualidade. O limite de 30mg/100g é considerado aceitável em pescado e derivados para efeito de consumo (SÃO PAULO, 1991).

De acordo com North (1988) a medida de pH não deve ser utilizada individualmente como índice de frescor podendo induzir a falsas avaliações e, por isso, deve ser acompanhada de outras variáveis. Possui restrições quanto ao uso na avaliação do frescor por apresentar variações de amostra para amostra e ciclos de flutuação durante a estocagem (OGAWA; MAIA, 1999).

O pH muscular do peixe vivo é próximo de 7,0 e após a sua morte, nos primeiros dias, há um decréscimo devido à formação anaeróbia de ácido láctico à partir do glicogênio (HUSS, 1988). Durante o armazenamento, à medida que o tempo passa, aumentam os valores de pH por causa da formação de bases voláteis oriundas da decomposição protéica (HALL; AHMAD, 1992). De acordo com Príncipe e Sainz (2005), o pH tem comportamento bastante semelhante ao do índice de BVT.

A oxidação dos ácidos graxos polinsaturados forma os hidroperóxidos acil que são responsáveis pelos compostos voláteis, os quais provocam sabor de ranço (HSIEH; KINSELLA, 1989). A rancidez é um problema no “minced fish” por causa do aumento da área de superfície exposta ao oxigênio (BAYLISS, 1996).

Os tipos de “flavor” conferidos pela oxidação dos lipídios são muito difíceis de avaliar dada a grande variação no impacto sensorial dos diversos produtos voláteis, assim

como nos métodos de determinação e vocábulos da avaliação sensorial (FUJIMOTO et al., 1990).

No entanto, Jesus et al. (2001) trabalhando com várias espécies amazônicas verificaram que a maioria dos “minced fish” obtidos apresentaram estabilidade química e microbiológica a -18°C e -36°C durante 150 dias, sugerindo que a temperatura de - 18°C foi suficiente para diminuir a aceleração da oxidação lipídica nesse período, mesmo sem utilização de anti-oxidante, como o alfa-tocoferol, o qual também foi usado no experimento mas não apresentou diferença significativa para o controle.

2.4.4 Avanços na pesquisas com “minced fish” e “surimi”

Os peixes são um importante recurso, seja pelo alto teor de proteínas ou pela riqueza em ácidos graxos insaturados. Além disso, os peixes são importante fonte de minerais (Martíne-Valvere et al., 2000). Os teores de K, Na, Cl, Mg, P e Ca estão acima de 1 mg/100 g (NAVARRO, 1991). A importância das concentrações e valor nutricional dos minerais presentes no músculo de peixes foi avaliada quanto à ausência ou presença de espinhas. Martinez-Valverde et al. (2000) verificaram que os conteúdos de Fe, Cu e Zn, em todas as amostras foram baixos, enquanto que os teores de Ca e P foram altos, indicando que a presença ou a adição de espinhas pode ser considerada importante como suplemento da dieta majoritária de minerais. Essa pesquisa leva a crer que o “minced fish” seja, portanto, uma rica fonte de minerais uma vez que as espinhas intramusculares são trituradas na separação mecânica e permanecem na polpa no final do processo.

Nos peixes congelados, um dos maiores problemas é a oxidação lipídica dado o alto nível de ácidos graxos poliinsaturados e, também, pela presença de metais pesados no músculo (SWEET, 1973 *apud* VARELTZIZ et al., 1997). Tais problemas podem ser evitados pela estocagem a baixas temperaturas e/ou pela adição de antioxidantes sintéticos. O uso destes últimos tem sido questionado, nos últimos anos, por sua possível toxicidade e como alternativa pesquisas têm sido feitas com antioxidantes presentes na natureza.

Vareltziz et al. (1997) usaram o extrato natural de Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), um condimento de grande importância como antioxidante natural, em filés e “minced fish” de *Trachurus trachurus* e de *Merluccius mediterraneus* e testaram sua estabilidade sob congelamento a -18°C durante 120 dias. As amostras tratadas com a especiaria mostraram diferenças significativas quanto à degradação dos ácidos graxos poliinsaturados e

percentagem de malonaldeídos comprovando a eficácia do uso de Rosemary na prevenção da oxidação lipídica durante o congelamento nas condições examinadas.

O uso de chá verde, obtido de *Camellia sinensis* L., na inibição dos processos oxidativos dos “minced” de carne, frango e peixe estocados por 10 dias a 4°C foram investigados por Tang et al. (2001) em comparação com o α -tocoferol. Os resultados mostraram que as catequinas presentes no chá verde são espécie-dependente e que isso está relacionado aos teores de lipídios totais, ácidos graxos e metais presentes em cada espécie em particular. As catequinas do chá verde foram de duas a quatro vezes mais eficientes que o α -tocoferol na mesma concentração, podendo ser usada como um poderoso antioxidante nos “minced”.

A utilização de peixes com alto teor de lipídios é cada vez mais freqüente dada a importância nutricional dos lipídios poliinsaturados. No entanto, tais lipídios são muito susceptíveis à oxidação no estado congelado. Os crioprotetores têm sido utilizados para prevenir as alterações nas proteínas durante a estocagem congelada.

Rodriguez-Herrera et al. (2002) testaram o efeito crioprotetor de várias maltodextrinas contra a sacarose sobre a funcionalidade protéica durante a estocagem a -20 e -10°C do “minced” de “blue whiting”. Os resultados da pesquisa mostraram que a maltodextrina DE 18 foi mais efetiva que as demais, diminuindo as perdas na solubilidade das proteínas durante o congelamento em ambas as temperaturas. A sacarose foi tão efetiva quanto as maltodextrinas a -20°C, no entanto, quase nenhum efeito foi observado à temperatura de -10°C.

Em outra pesquisa com as maltodextrinas, Rodriguez-Herrera et al. (2006) avaliaram a utilização da maltodextrina DE 18 e de uma mistura de sacarose e sorbitol na prevenção das alterações sobre as proteínas e lipídios durante a estocagem congelada do “minced” de “Atlantic mackerel”. O estudo mostrou que a maltodextrina DE 18 é efetiva somente na prevenção da oxidação lipídica, não sendo importante na degradação das proteínas.

Na produção de “surimi”, a utilização de espécies gordas e de carne vermelha vem acompanhada de vários problemas como cor indesejável, alto teor de lipídios, flutuações na habilidade de formar gel, e rápida deterioração da qualidade (SHIH-BIN et al., 2005). O aperfeiçoamento dos métodos de lavagem, por exemplo, o sistema de lavagem com ar forçado (AFW) pode permitir a manufatura de “surimi” de alta qualidade por meio da remoção dos lipídios, proteínas solúveis em água, pigmentos ou redução das perdas de proteínas miofibrilares no “mince” (CHEN, 2002). Os mecanismos e os efeitos da AFW sobre a geleificação do “surimi” e as propriedades bioquímicas, geleificação térmica e estabilidade das proteínas do “minced” de horse mackerel, foram estudados e comparados quanto à

desnaturação protéica durante a estocagem congelada. Os resultados mostraram que a estrutura muscular foi danificada e as proteínas miofibrilares foram desestabilizadas pela AFW. Em contra-partida, a AFW melhorou a habilidade de formação do gel pela melhora da remoção das proteínas solúveis em água. A AFW em excesso torna fraca a formação do gel pela diminuição dos grupos sulfidrilas totais e/ou pela exposição da proteína à interface água/ar. Portanto, a AFW necessita ser mais investigada para ser introduzida na manufatura do “surimi” (SHIH-BIN et al., 2005).

A geleificação é a base da fabricação de produtos análogos elaborados a partir de “surimi” ou de pescado triturado (Carvalho, 2003). A adição de proteína de plasma porcino (PPP) nos “surimi” de “big eye snaper”, “big eye croaker”, “threadfin bream” e barracuda, peixes marinhos, foram investigados por Benjakul et al. (2004) que verificaram que em uma combinação adequada do nível de PPP e do tempo de assentamento a 40°C, ocorre uma melhoria na força do gel, mas que pode ser prejudicada caso as proporções PPP e tempo de assentamento não sejam combinadas de forma adequada.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar os efeitos da estocagem congelada sobre a estabilidade sensorial, química, microbiológica e propriedades funcionais da proteína dos “minced fish” obtidos em condições laboratoriais a partir de tambaqui (*C. macropomum*) e matrinxã (*B. amazonicus*) provenientes de piscicultura.

3.2 Específicos

- Calcular o rendimento dos “minced fish” obtidos em laboratório;
- Determinar a composição centesimal dos “minced fish”;
- Determinar a composição em aminoácidos dos “minced fish”;
- Avaliar as propriedades funcionais da proteína durante a estocagem congelada, por meio da capacidade de retenção de água (CRA) e da solubilidade protéica (SP);
- Determinar as alterações na qualidade dos “minced fish” durante a estocagem congelada por meio das análises microbiológicas, determinação do pH, nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT), e avaliação sensorial do “minced fish” cozido.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Matéria-prima

Foram adquiridos nas pisciculturas de Manaus-AM peixes das espécies *Colossoma macropomum* e *Brycon amazonicus* pesando entre 500 e 1000 gramas para manufatura do “minced fish” (figura 1). Os peixes foram capturados, abatidos por hipotermia no próprio local de coleta e acondicionados em caixas de isopor com gelo na proporção de 1:1 (gelo:peixe), em seguida transportados (figura 2) para a planta piloto de pescado na Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (CPTA/INPA) onde foram processados (figura 2).



Figura 1: Captura do pescado nos tanques de piscicultura.



Figura 2: Acondicionamento do pescado em gelo para transporte.

4.2. Obtenção dos “minced fish”

Os peixes recém chegados foram lavados em água limpa e escovados para a retirada do muco superficial. Em seguida foram decapitados e abertos pelo ventre para evitar contaminação pelo contato do músculo com as vísceras. Foram lavados novamente para retirada total de resíduos de sangue e vísceras, com auxílio de escovas plásticas. A remoção das espinhas, pele e escamas e separação do músculo foi realizada em separadora mecânica BAADER modelo 964. Os “minced fish” foram preparados como apresentado na figura 3.

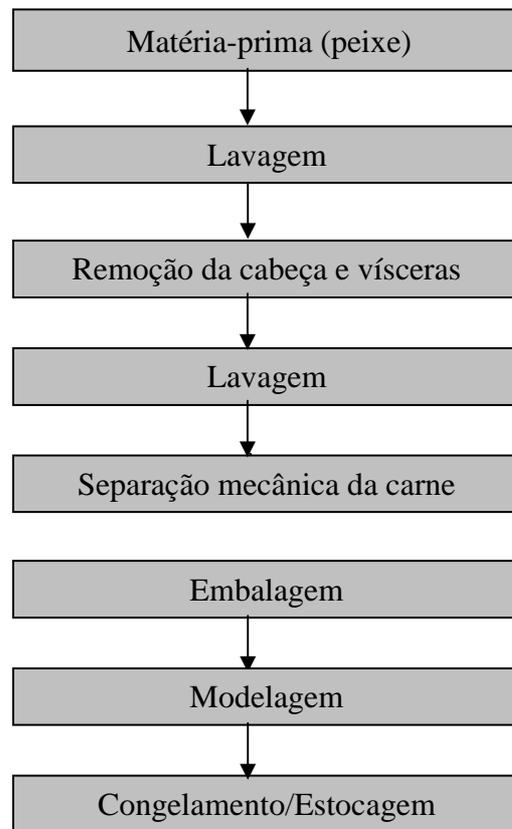


Figura 3: Etapas de obtenção dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã.

4.3. Embalagem e estocagem dos “minced fish”

Os “minced” foram acondicionados em sacos plásticos com fecho hermético e capacidade para 500 gramas e congelados em congelador comercial a - 20°C, onde foram estocados durante o período experimental (figura 4).



Figura 4: Embalagem do “minced fish”.

4.4. Determinação do rendimento dos “minced fish” obtidos em condições laboratoriais

Para o cálculo do rendimento dos “minced fish”, foi utilizada a equação a seguir:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso do “minced fish”} \times 100}{\text{Peso Total}}$$

Os exemplares foram pesados em balança digital marca Filizola[®], como mostra a figura 5.



Figura 5: Pesagem dos peixes inteiros antes do processamento.

4.5. Determinação da composição química e nutricional dos “minced fish”

As análises foram realizadas sobre o “minced” de cada espécie. As determinações seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (São Paulo, 1985) e da A.O.A.C. (1990), constando das médias de três determinações:

4.5.1 Determinação da Umidade: foi determinada pelo método gravimétrico, por meio da medição da perda de massa do material aquecido à 105° C em estufa, até peso constante.

4.5.2 Determinação de Lipídios: determinado pelo método de extração a frio descrito por Bligh e Dyer (1959).

4.5.3 Determinação de Cinza: o material foi previamente queimado em bico de Bunsen e em seguida incinerado em mufla a 550° C até apresentar cor cinza claro ou branca.

4.5.4 Determinação da Proteína: pelo método de Kjeldahl – por meio da determinação do Nitrogênio Total (NT), descrito pela técnica oficial 47.021 da A.O.A.C. (1990). Os cálculos foram efetuados multiplicando-se a porcentagem de Nitrogênio Total pelo fator 6,25 específico para carnes (Lillevik, 1970).

4.5.5 Determinação do Valor Calórico: foi feito pela aplicação da fórmula:

$$\text{kcal} = (\text{proteína} + \text{glicídio}) \times 4 + (\text{lipídio}) \times 9, \text{ por } 100 \text{ g do produto.}$$

4.5.6. Composição em Aminoácidos: foi feita por hidrólise ácida pesando-se o equivalente a 25 mg de proteína da amostra e hidrolizou-se com 10 mL de HCl 6,0 N, a vácuo, à temperatura de 110°C por 22 horas. A amostra foi recuperada em diluente pH 2,2 (marca Pickering). Uma alíquota de 25 µL foi injetada no analisador Dionex DX 300 para separação dos aminoácidos em coluna de troca iônica e reação pós - coluna com ninidrina, usando-se como referência solução padrão de aminoácidos Pierce como descrito por Spackman et al.

(1958). As análises de triptofano foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Spies (1967).

4.6. Determinação das propriedades funcionais dos “minced fish”

4.6.1 Solubilidade protéica em KCl 0,6M: foi utilizada a técnica descrita por Benjakul e Bauer (2000). Dois gramas da amostra foram misturados com 40 mL de KCl 0,6M e homogeneizados a 9.500 rpm em um Ultra Turrax T25 por 30s. O homogenato foi centrifugado a 14.000 rpm por 40 min a 4°C. O sobrenadante foi então transferido com pipeta pasteur e diluído cinco vezes usando solução de KCl 0,6M. A proteína foi determinada pelo método de microbiureto (ITZHAKI; GILL, 1964). A solubilidade foi determinada a cada quinze dias e expressa em g/dL.

4.6.2 Capacidade de retenção de água: foi utilizada a técnica de Roussel e Cheftel (1990) modificada por Souza (2001). Foi expressa como g% de água retida em cada 100 gramas de água presente na amostra antes de centrifugar. As análises foram feitas em triplicata a cada quinze dias, utilizando-se 3g da amostra triturada e homogeneizada, pesada em um tubo de centrífuga com tiras de papel de filtro comprimidas no fundo do tubo e centrifugada a 3.000 rpm por 10 minutos.

4.7 Determinação da qualidade físico-química dos “minced fish”

4.7.1 Determinação do nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT): as análises foram realizadas quinzenalmente em triplicata, de acordo com Wootlon e Chuah (1981) modificado por Jesus et al. (2001) quanto à concentração de TCA.

4.7.2 Determinação do pH: foram pesadas, a cada quinze dias, 10 g da amostra homogeneizado em 100 ml de água destilada, decantando-se o sobrenadante e lido em potenciômetro. O resultado foi expresso como média de triplicata, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985).

4.8 Determinação da qualidade microbiológica dos “minced fish”

As análises microbiológicas realizadas foram: contagem de aeróbios termófilos a 35°C, contagem de psicrófilos a 20°C, contagem de psicrotróficos a 7°C, bolores e leveduras e do número de coliformes totais, fecais e *E. Coli* (NMP), no início do experimento e a cada quinze dias, seguindo a metodologia descrita por LANARA (1981) e ICMSF (1983).

4.9 Análise sensorial dos “minced fish” cozidos

Os escores sensoriais foram obtidos utilizando atributos descritivos para odor de 6 a 0 ponto, para sabor de 3 a 0 ponto e para textura de 3 a 0 ponto (Anexo 1). As amostras foram analisadas depois de descongeladas à temperatura ambiente e cozidas a vapor por 15 minutos. Foi formado um painel com 5 provadores treinados que avaliaram as amostras numeradas aleatoriamente para detectarem o início e o grau de rancidez, além das condições de integridade do produto, segundo ficha modificada por Jesus et al. (2001). Os testes foram feitos quinzenalmente.

4.10 Análises estatísticas

Foi estabelecida a função ajustada significativa entre variáveis N-BVT, pH, avaliação sensorial, solubilidade protéica e CRA, pelo teste de correlação de Pearson. A significância de 95% foi adotada para a análise dos resultados (ZAR, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento

Os exemplares de tambaqui utilizados no experimento tinham comprimento padrão médio de 25 cm e peso médio de 800 g e os de matrinxã tinham peso médio de 920 g e comprimento padrão médio de 30 cm.

O rendimento do “minced fish” de tambaqui (37.44%) foi inferior ao obtido por Lima e Carvalho (2005) que estudaram o “minced” de tambaqui cultivado e obtiveram um rendimento médio de 44,52%.

Após a separação mecânica, o rendimento do “minced fish” de matrinxã foi de 47,0%. De acordo com Macedo-Viégas e Souza (2004) o rendimento de filé dos peixes do gênero *Brycon* é próximo de 40%.

Para ambas as espécies obteve-se um baixo rendimento após a separação mecânica que de acordo com Jesus (1998) normalmente varia entre 52 e 72% a partir de peixe decapitado e eviscerado.

5.2 Composição química e nutricional dos “minced fish”

5.2.1 Composição Centesimal

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para a composição centesimal dos “minced fish” do tambaqui e da matrinxã procedentes de piscicultura.

ESPÉCIES COMPOSIÇÃO (%)	TAMBAQUI (<i>Colossoma macropomum</i>)	MATRINXÃ (<i>Brycon amazonicus</i>)
UMIDADE	79,42 ± 0,01	74,15 ± 0,07
LIPÍDIOS	2,66 ± 0,01	5,55 ± 0,21
PROTEÍNA	16,74 ± 0,04	18,61 ± 0,01
CINZA	1,18 ± 0,04	0,88 ± 0,04
NIFEXT*	0,02	0,82
ENERGIA (kcal/100g)	90,98	127,67

*NIFEXT – Determinado por diferença.

Tabela 1: Composição Centesimal (média e desvio padrão) dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã.

Os peixes podem ser classificados de acordo com seu teor de lipídios (%) e valor energético (kcal/100 g) em três classes segundo Almàs (1981): magro (0,2-0,8% e 80-90 kcal), semigordo (2,0-5,7% e 90-160 kcal) e gordo (8,0-14,0% e 150-220 kcal).

A composição centesimal do “minced fish” de tambaqui como mostra a tabela 1, permite classificá-lo como um peixe semigordo com teor de lipídio de 2,66% e energia de 90,98 kcal. Os valores encontrados nesse estudo estão em consonância com os encontrados por Bello e Rivas (1992) que obtiveram teores de umidade de 79,39%, proteína 17,8%, lipídios 1,31% e cinza 1,25%. Almeida (1998) trabalhando com exemplares de tambaqui provenientes de piscicultura pesando cerca de 2 kg encontrou teores médios de: umidade 74,33%, lipídios 7,6%, proteína 17,01% e cinza 0,95%. De acordo com Bello e Rivas (1992) à medida que o tambaqui cresce, aumenta o teor de gordura no músculo mudando sua classificação de espécie magra quando jovem para uma espécie gorda quando adulto.

O teor médio de lipídios e o valor energético permitem classificar a matrinxã utilizada nesse experimento como um peixe semigordo com teor de lipídio de 5,55% e energia de 127,67 kcal corroborando com os resultados de Batista et al. (2004) que encontraram a seguinte composição para a matrinxã proveniente de piscicultura conservada em gelo: umidade 72,3%, gordura 7,5%, proteína 18,4% e cinza 0,9%. As diferenças encontradas entre os resultados obtidos pelo autor e os encontrados nessa pesquisa mostram claramente a relação inversa entre os valores de umidade e lipídios.

O conhecimento da composição química do pescado é de grande importância para melhor utilização do recurso, seja como alimento ou na elaboração de subprodutos, concorrendo, como fonte de proteína animal, com outras carnes como bovinos, suínos, aves, etc. (BELLO; RIVAS, 1992).

Embora a composição centesimal dê uma idéia quantitativa do valor nutricional de um alimento, não retrata, muitas vezes, o valor do alimento sendo necessária a consideração do balanço nutritivo e sua biodisponibilidade (VILAS BOAS, 1999).

5.2.2 Composição em Aminoácidos

Ambas as espécies estudadas possuem todos os aminoácidos essenciais (tabela. 2) No entanto, Izquierdo Corser et al. (2000) analisaram 12 espécies de pescado com importância comercial na Venezuela e constataram que o tambaqui foi a espécie com as menores quantidades no que se refere aos aminoácidos essenciais ao homem.

Jesus (1998) analisou o perfil de aminoácidos do “minced fish” de 7 espécies amazônicas. Para efeito de comparação a tabela 2 mostra os valores encontrados por Jesus (1998) para a curimatã (*Prochilodus nigricans*) e encontrou valores superiores aos encontrados nesse estudo.

Souza (2001) determinou a composição em aminoácidos dos “minced fish” de aracu e jaraqui. A tabela 2 mostra os valores obtidos pela autora para o jaraqui que apresentou valores menores que os encontrados por Jesus (1998) e ligeiramente maiores que os encontrados para o tambaqui e matrinxã durante o experimento. Segundo Ogawa e Maia (1999) a composição química e nutricional dos peixes sofre influência de variáveis como tamanho, idade, sexo, estação do ano, estado fisiológico, etc. Naturalmente como os peixes utilizados no experimento foram procedentes de pisciculturas, as variações nos teores de aminoácidos podem estar relacionadas ao tamanho, tipo de ração utilizada e, ainda, da técnica empregada na determinação da composição nutricional.

AMINOÁCIDOS (g/100 g)	ESPÉCIES						
	Tambaqui		Matrinxã		Tambaqui ¹	Curimatã ²	Jaraqui ³
	MU	MS	UM	MS	MU	MS	MS
Ácido Aspártico	1,43	6,95	1,90	7,35	-	10,35	9,34
Treonina*	0,65	3,16	0,81	3,13	0,92	4,43	3,90
Serina	0,55	2,67	0,72	2,79	-	3,71	3,24
Ácido Glutâmico	2,30	11,18	2,83	10,95	-	15,55	12,25
Prolina	0,46	2,24	0,60	2,32	-	3,44	3,35
Glicina	0,66	3,21	0,86	3,33	-	4,67	2,76
Alanina	0,83	4,03	1,09	4,22	-	6,17	4,64
Cistina	0,10	0,49	0,14	0,54	-	-	4,49
Valina*	0,63	3,06	0,83	3,21	0,57	4,95	5,04
Metionina*	0,10	0,49	0,18	0,70	0,50	2,51	1,45
Isoleucina*	0,60	2,92	0,77	2,98	0,52	4,47	3,34
Leucina*	0,14	0,68	1,44	5,57	1,99	8,54	6,85
Tirosina	0,46	2,24	0,58	2,24	0,64	3,30	5,60
Fenilalanina*	0,59	2,87	0,76	2,94	0,74	4,41	3,66
Lisina*	1,32	6,41	1,73	6,69	1,66	9,86	5,25
Amônia	0,32	1,55	0,36	1,39	-	-	-
Histidina*	0,37	1,80	0,57	2,21	0,55	2,64	4,03
Triptofano*	0,09	0,44	0,27	1,04	-	-	-
Arginina	0,74	3,6	1,16	4,49	-	5,94	4,49

*Considerados essenciais; ¹ - IZQUIERDO CORSER et al. (2000); ² - JESUS (1998); ³ - SOUZA (2001).

MU = matéria em base úmida; MS = matéria em base seca.

Tabela 2: Composição em Aminoácidos dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã e de outras fontes protéicas.

5.3 Propriedades funcionais dos “minced fish”

As propriedades funcionais são propriedades físico-químicas afetadas pelo processamento e comportamento de proteínas dentro de um sistema alimentar (CARVALHO, 2003).

A solubilidade e a capacidade de retenção de água (CRA) são dependentes das interações proteína-água, por isso são denominadas propriedades de hidratação juntamente com a absorção, suculência, adesividade, dispersibilidade e viscosidade (CÂNDIDO, 1998).

5.3.1 Solubilidade protéica em KCl 0,6M

A solubilidade protéica dos “minced fish” para ambas as espécies aqui estudadas apresentaram uma diminuição drástica no primeiro mês de armazenagem congelada e tendeu a estabilizar-se após 60 dias de congelamento mantendo-se dessa forma até os 115 dias de experimento (figura 6).

A solubilidade das proteínas é influenciada pelo pH, natureza e concentração de íons ou força iônica, temperatura e interações com outros componentes dos alimentos (LIU, 1999). A composição em aminoácidos também influencia na solubilidade das proteínas uma vez que suas cargas aumentam o número de interações eletrostáticas com a água aumentando a solubilidade (CARVALHO, 2003).

As mudanças físico-químicas e enzimáticas das proteínas do músculo de bacalhau submetidos a diferentes ciclos de descongelamento foram estudadas por Benjakul e Bauer (2000). Os resultados mostraram que à medida que se aumenta o número de ciclos de descongelamento há uma queda pronunciada na solubilidade protéica.

Souza (2001) estudando a desnaturação protéica de três espécies de peixes amazônicos (*Shizodon fasciatum*, *Semaprochilodus* spp. e *Hypophthalmus edentatus*) observou que há uma diminuição acentuada seguida de comportamento mais estável até os 150 dias de estocagem sob congelamento.

Siddaiah et al. (2001) verificaram que no “minced fish” da carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) à medida que aumentava o tempo de estocagem sob

congelamento, diminuía a porcentagem de proteínas solúveis durante os 180 dias de experimento.

O “minced flesh” do lizardfish (*Saurida micropectoralis*) estocado sob congelamento a -20°C durante 24 semanas apresentou pronunciada diminuição até a quarta semana quando apresentou tendência a estabilização (LEELAPONGWATTANA et al., 2006).

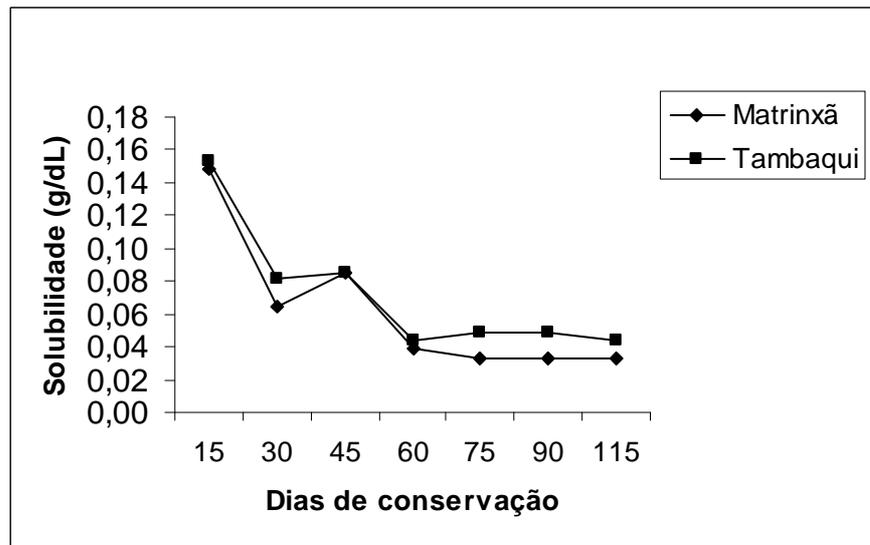


Figura 6: Estabilidade da solubilidade protéica dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

5.3.2 Capacidade de retenção de água

Ao longo dos 115 dias de estocagem congelada a -20°C os “minced fish” de tambaqui e matrinxã mantiveram a capacidade de reter água variando entre 95 e 97% (figura 7).

A capacidade de retenção de água está intimamente ligada ao sabor, frescor, cor e aparentemente há uma tendência de queda do CRA ao longo do tempo de estocagem (CARVALHO, 2003).

Avaliando os efeitos de fatores físicos e químicos sobre a capacidade de formação de géis de “surimi” em duas espécies de peixes amazônicos, Carvalho (2003) verificou que há diminuição dos valores de CRA durante a estocagem em gelo. O mesmo autor analisou amostras estocadas sob congelamento durante 150 dias e observou a mesma tendência de perda da capacidade de reter água pelo “surimi” de jaraqui e aracu (*Semaprochilodus spp* e *Shizodon fasciatum*) ao longo da estocagem.

Souza (2001) avaliou a desnaturação protéica do “minced fish” de aracu, jaraqui e mapará sob congelamento e relatou que ao longo de todo o experimento houve diminuição do CRA.

Braz Silva e Jesus (2001) avaliaram as alterações na composição química e capacidade de formação de gel em “minced fish” lavado e não lavado de jaraqui e piranha-preta, encontrando valores de CRA decrescentes para os “minced fish” de jaraqui. O “minced fish” não lavado de piranha-preta sofreu oscilações durante a estocagem congelada por 180 dias, no entanto, mostrou valores de CRA muito próximos no início e no final do experimento corroborando com os resultados encontrados neste estudo para o tambaqui e a matrinxã.

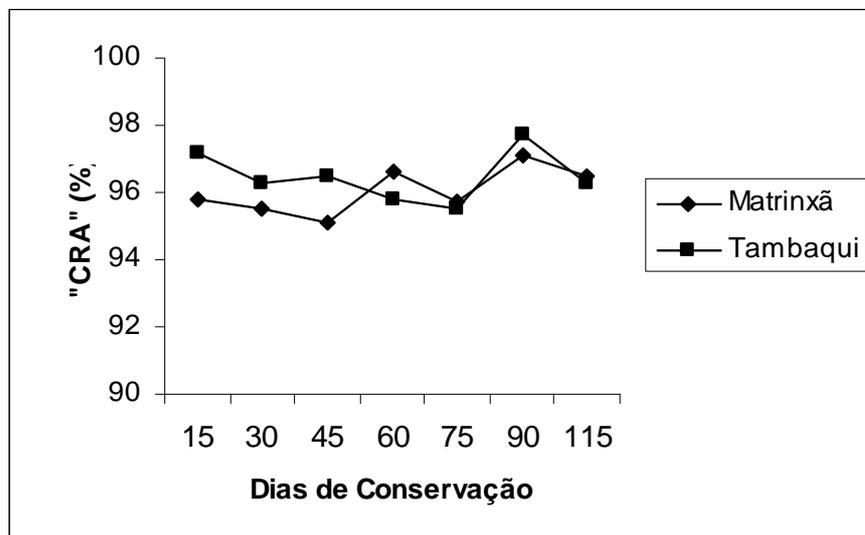


Figura 7: Estabilidade da Capacidade de Retenção de Água (CRA) dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

5.4 Qualidade físico-química dos “minced fish”

5.4.1 Nitrogênio das bases voláteis totais (N-BVT)

A figura 8 mostra os dados para o N-BVT dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã durante 115 dias de estocagem a -20°C . Os resultados, para ambos os “minced fish” assemelharam-se com as pesquisas de Jesus (1998) e Souza (2001), que mostram um aumento nos primeiros 30 dias, seguido de uma queda acentuada até o final do experimento não alcançando o limite máximo para pescado fresco de 30 mg de N-BVT/100 g.

Os valores encontrados por Braz Silva e Jesus (2001) para os “minced fish” não lavados de jaraqui e piranha-preta apresentaram aumento constante ao longo de 180 dias de estocagem apresentando valores entre 25,47 e 28,04 mg/100g no final do experimento.

Siddaiah et al. (2001) estudando o “minced fish” de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) verificaram que os valores de N-BVT aumentaram constantemente até o final do experimento ultrapassando o limite estabelecido para o consumo humano de 30 mg/100g aos 180 dias de estocagem. No entanto, Souza (2001), pesquisando o “minced fish” de espécies amazônicas, detectou que ao longo da estocagem a -30°C os valores de N-BVT tendem a decrescer ficando os valores máximos e mínimos entre 22,34 e 15,54 mg/100g. Em estudo anterior com “minced fish” de diversas espécies e da mistura entre elas, Jesus (1998) já havia observado essa mesma tendência à diminuição dos valores de N-BVT durante a estocagem congelada.

O “minced fish” de Atlantic pollock (*Pollachius vireos*) armazenado ente 0 e 2°C apresentou valores acima do limite de 30 mg/100 g aos 7 dias de conservação, estando em condições de consumo até os 4 dias de estocagem (GASHTI, 2002).

Carvalho (2003) trabalhou com o “surimi” de jaraqui (*Semaprochilodus* spp) e aracu (*Shizodon fasciatum*) em diferentes épocas encontrando valores crescentes ao longo do tempo de estocagem para ambas as espécies e épocas diferentes. Os valores de N-BVT para ambas as espécies ultrapassaram o limite de 30 mg/100g próximo dos 150 dias de estocagem no mês de maio (enchente) e permaneceram em torno de 20 mg/100g nas amostras do mês de setembro (vazante), revelando que a época de captura do pescado tem influência sobre esse índice provavelmente devido ao teor de lipídios.

Os valores encontrados por Köse et al. (2006) para o “minced”, o “surimi” e uma iguaria turca pré-cozida mostraram a mesma tendência mencionada por Siddaiah et al. (2001), Braz Silva e Jesus (2001), Gashti (2002) e Carvalho (2003).

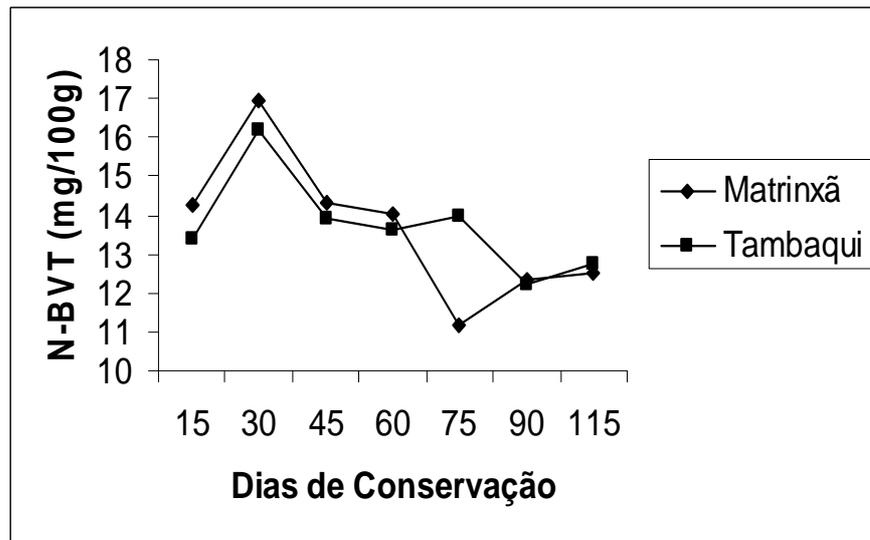


Figura 8: Teores de N-BVT dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

5.4.2 pH

A figura 9 apresenta os valores de pH para os “minced fish” de tambaqui e matrinxã, observando-se, até os 60 dias de estocagem a -20°C , uma elevação de 6,17 a 6,39 para a matrinxã e de 6,30 a 6,48 para o tambaqui. Após esse período houve uma queda nos valores com tendência a estabilidade até os 115 dias de estocagem.

Siddaiah et al. (2001) estudaram o “fish mince” de carpa prateada e encontraram valores de pH em torno de 6.5. Valores semelhantes foram encontrados por Gashti (2002) para o “minced” de Atlantic pollock (*Pollachius vireos*) desde o pescado inteiro (6,35) até o “minced” embalado (6,73).

Souza (2001) trabalhando com o “minced fish” de três espécies amazônica observou que nos primeiros 90 dias de estocagem a -30°C houve um aumento do pH que ficou entre 6,15 e 6,76, decaindo no restante do período de 150 dias.

Braz Silva e Jesus (2001) avaliaram o “minced” do jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e da piranha-preta (*Serrasalmus rhombeus*) durante 180 dias de estocagem sob congelamento encontrando um pequeno aumento nos valores de pH que variou entre 6,50 e 6,77. A mesma tendência de crescimento ao longo do tempo de estocagem foi observada por Carvalho (2003)

estudando o “surimi” de jaraqui e aracu que observou um aumento significativo com variações entre pouco menos que 6,4 e pouco acima de 7,0.

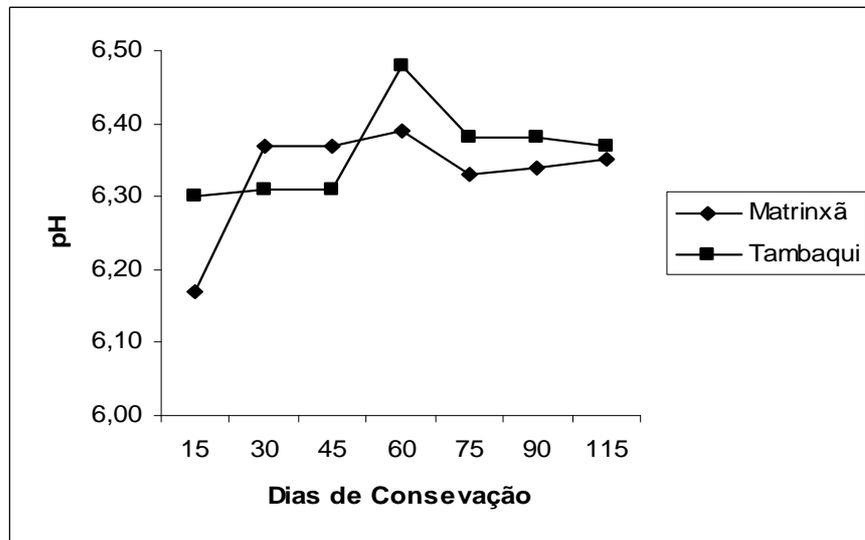


Figura 9: Valores de pH dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

5.5 Qualidade microbiológica dos “minced fish”

De acordo com Jesus (1998) para a maioria dos “minced fish” observa-se uma alta carga microbiana, revelando deficiências no processamento e elaboração dos produtos. No entanto o mesmo autor menciona que nas condições de baixa temperatura durante a estocagem nenhum crescimento bacteriano é de se esperar.

Tempo (dias)	Contagem	Contagem	Contagem	Bolores e Leveduras (UFC/g)	Coliformes	Coliformes	Escherichia coli (NMP/g)
	a 35° C (UFC/g)	a 20° C (UFC/g)	a 7° C (UFC/g)		Totais (NMP/g)	Fecais (NMP/g)	
0	4,73	2,72	1,00	2,04	0,15	Ausente	Ausente
15	2,26	2,89	1,18	1,00	Ausente	Ausente	Ausente
30	2,58	2,79	1,65	1,70	Ausente	Ausente	Ausente
45	5,41	4,32	2,18	0,70	Ausente	Ausente	Ausente
60	3,85	1,54	1,00	0,70	Ausente	Ausente	Ausente
75	2,18	2,38	1,00	1,00	Ausente	Ausente	Ausente
90	1,54	2,56	1,65	1,30	Ausente	Ausente	Ausente
115	2,53	2,92	1,74	1,54	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 3: Contagem microbiológica do “minced fish” de matrinxã, estocado a -20°C durante 115 dias de estocagem.

Durante a estocagem congelada do “minced” de matrinxã notou-se uma redução das contagens bacterianas. A presença de Coliformes Totais foi detectada apenas no início do experimento, não havendo contaminação de origem fecal como mostra a tabela 3.

Tempo (dias)	Contagem a 35° C (UFC/g)	Contagem a 20° C (UFC/g)	Contagem a 7° C (UFC/g)	Bolores e Leveduras (UFC/g)	Coliformes Totais (NMP/g)	Coliformes Fecais (NMP/g)	Escherichia coli (NMP/g)
0	4,81	4,54	2,04	2,51	0,97	0,04	Ausente
15	4,00	4,08	3,40	2,53	Ausente	Ausente	Ausente
30	4,26	4,26	3,73	2,40	0,36	0,36	Ausente
45	4,04	4,28	3,54	1,98	0,36	Ausente	Ausente
60	4,04	4,11	3,86	2,34	Ausente	Ausente	Ausente
75	3,90	3,99	2,63	2,30	Ausente	Ausente	Ausente
90	4,15	4,08	3,62	2,00	0,36	Ausente	Ausente
115	3,81	4,23	3,91	2,15	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 4: Contagem microbiológica do “minced fish” de tambaqui, estocado a -20°C durante 115 dias de estocagem.

As contagens do “minced” de tambaqui mostraram-se constante ao longo dos cento e quinze dias sob congelamento. As contagens de coliformes totais e fecais foram positivas no início do experimento, havendo, no geral, uma redução ao longo do tempo. No entanto pode ter havido contaminação das amostras ou falhas no congelamento em alguns meses como mostra a tabela 4. Contudo não foi observada a presença de *Escherichia coli*.

Os dados das contagens microbiológicas estão dentro dos padrões estabelecidos para pescado congelado que deve ser em torno de 10^6 UFC/g segundo a ICMSF (1983), corroborando com os resultados encontrados por Jesus (1998) e Souza (2001) que estudaram espécies amazônicas.

5.6 Estabilidade Sensorial dos “minced fish”

A figura 10 apresenta os resultados da soma dos pontos obtidos para aroma textura e sabor na avaliação sensorial dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã cozidos.

As amostras de matrinxã obtiveram pontuação máxima (18 pontos) até os 45 dias de estocagem, alcançando 16,08 pontos aos 115 dias. O “minced” de tambaqui obteve nota máxima durante 60 dias sob congelamento chegando ao final do experimento com 16,76

pontos na soma das notas para aroma, textura e sabor. Para serem considerados impróprios para o consumo os produtos deveriam alcançar 5 pontos, portanto, ambos os “minced” permaneceram em ótimas condições de consumo durante todo o período de avaliação, obtendo conceito “A” para todos os atributos avaliados.

A estabilidade sensorial dos “minced fish” de jaraqui, aracu e mapará foi avaliada por Jesus et al. (2001), quanto à adição ou não de α – tocoferol e embalagem à vácuo para evitar a oxidação lipídica durante 240 dias de estocagem a -18°C , que concluiu em seu experimento ser possível a manutenção da qualidade, tanto sob o aspecto químico, quanto sob o aspecto sensorial durante todo o período experimental.

Souza (2001) avaliou a desnaturação protéica das mesmas espécies mencionadas acima e observou que o jaraqui manteve-se em qualidade “A” durante sessenta dias de estocagem a -30°C , o aracu permaneceu nessa condição até os 45 dias e o mapará até 25 dias. Ao final do experimento com 150 dias de estocagem os “minced” de todas as espécies encontravam-se em qualidade “B”.

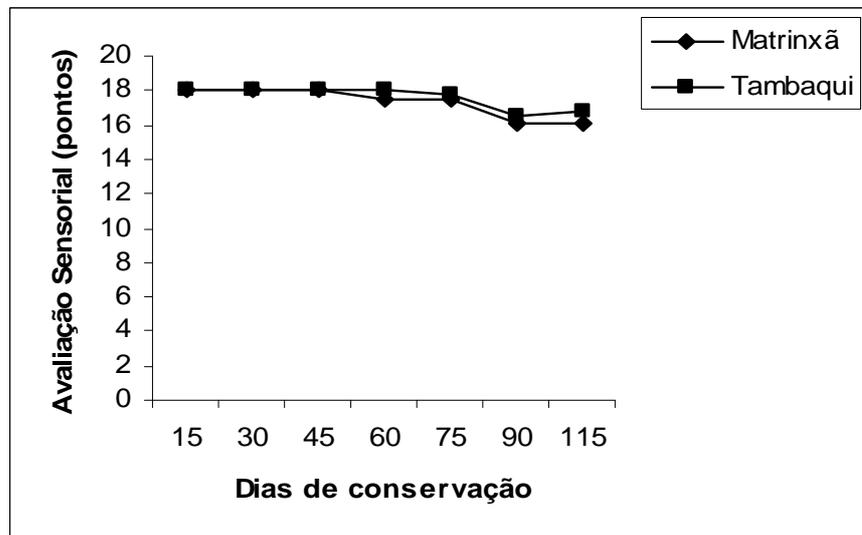
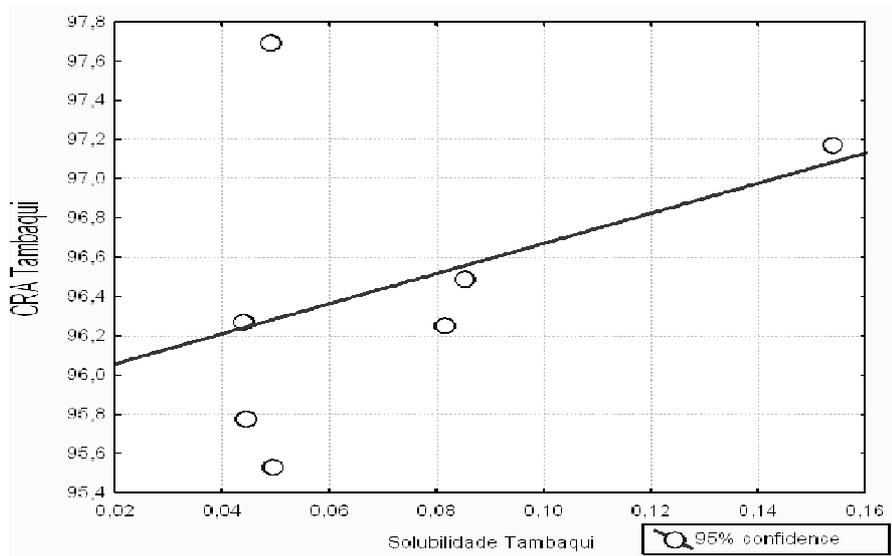


Figura 10: Estabilidade sensorial dos “minced fish” de tambaqui e matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

5.7 Análises Estatísticas

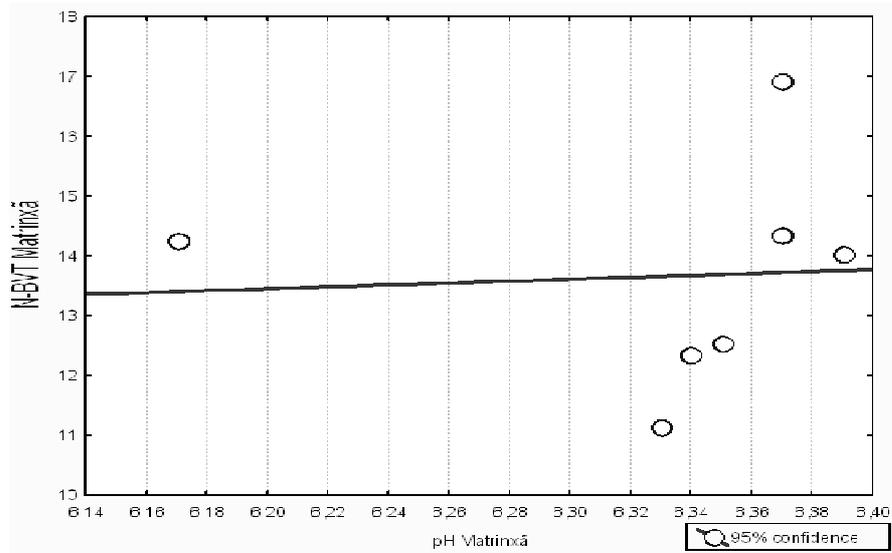
As análises estatísticas mostraram ausência de correlação entre os valores de Capacidade de Retenção de Água (CRA) e Solubilidade Protéica em um intervalo de confiança de 95% para o “minced fish” de matrinxã. No entanto para os dados referentes ao tambaqui, houve correlação média (figura 11). Hordur e Barbara (2000) observaram que o CRA tem interferência na Solubilidade Protéica do “minced” de salmão. Souza (2001) encontrou uma correlação alta entre estas propriedades quando analisou o “minced fish” de jaraqui e média correlação para o aracú e mapará.



$$\text{CRA Tambaqui} = 95,902 + 7,6776 * \text{Solubilidade Tambaqui} / \text{Correlation: } r = 0,40431$$

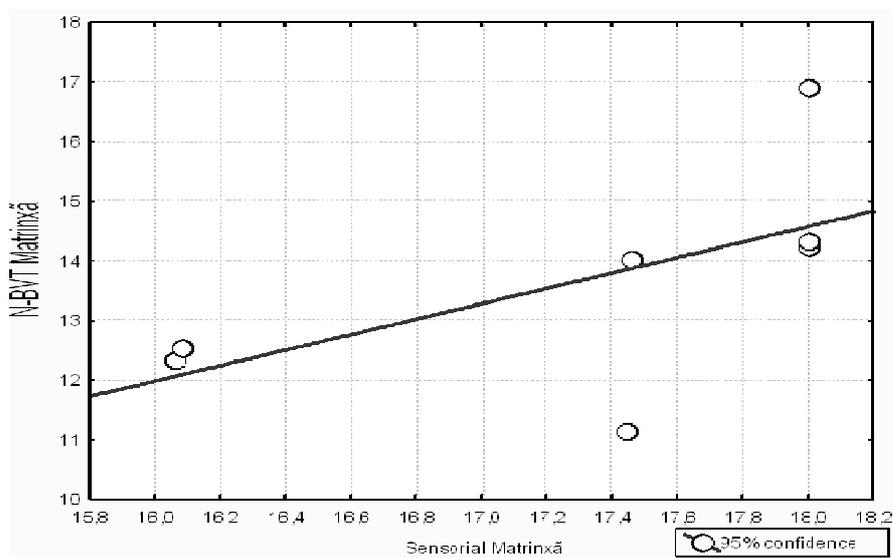
Figura 11: Correlação entre o CRA e a Solubilidade Protéica do “minced fish” de tambaqui sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

Os valores de N-BVT e pH não mostraram correlação para o “minced” de tambaqui, havendo baixa correlação (figura 12) para os dados de matrinxã ao nível de 5% de significância. Entre os valores de N-BVT e a avaliação sensorial houve correlação média ($\alpha = 5\%$) para a matrinxã (figura 13) e para o tambaqui (figura 14).



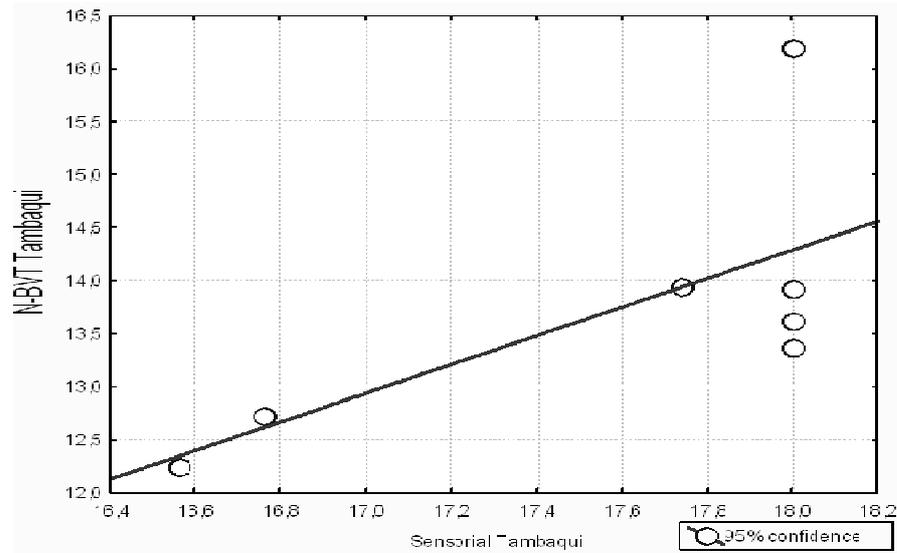
$$\text{N-BVT Matrinxã} = 3,5548 + 1,5951 * \text{pH Matrinxã} / \text{Correlation: } r = 0,06322$$

Figura 12: Correlação entre o N-BVT e pH do “minced fish” de matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.



$$\text{N-BVT Matrinxã} = -8,750 + 1,2957 * \text{Sensorial Matrinxã} / \text{Correlation: } r = 0,60345$$

Figura 13: Correlação entre o N-BVT e Avaliação Sensorial do “minced fish” de matrinxã sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.



$$\text{N-BVT Tambaqui} = -10,04 + 1,3516 * \text{Sensorial Tambaqui} / \text{Correlation: } r = 0,68396$$

Figura 14: Correlação entre o N-BVT e Avaliação Sensorial do “minced fish” de tambaqui sob estocagem congelada a -20°C durante 115 dias.

Não foi encontrada correlação entre o pH e a avaliação sensorial para nenhuma das amostras analisadas ao nível de 5% de significância, o que mostra que neste caso não houve interdependência entre as variáveis.

6. CONCLUSÕES

6.1 O rendimento calculado para ambas as espécies foi baixo quando comparado à literatura referida;

6.2 A composição química e o valor calórico permitem classificar ambas as espécies como peixes semigordos e com altos teores de proteína contendo todos os aminoácidos essenciais.

6.3 Do ponto de vista da funcionalidade protéica os “minced fish” mostraram-se estáveis ao armazenamento em congelador comercial a -20°C , o que viabiliza sua comercialização em estabelecimentos de pequeno porte;

6.4 Os cuidados com a higiene e a manutenção da cadeia do frio durante a elaboração dos “minced fish” possibilitaram a obtenção de um produto com estabilidade química, sensorial e microbiológica durante 115 dias de estocagem.

7. REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, T.J.; SUGUMAR, G.; SUKUMAR, D.; JEYACHANDRAN, P. Bacterial profile of fresh and spoiled fish mince from *Johnius dussumieri* at refrigerated storage. *Fish Technol.*, Kochi, v.29, p.53-56, 1992.
- ALMÁS, K.A. **Chemical and Microbiology of fish and fish processing**. Norway, University of Trondheim, 1981. 123p.
- ALMEIDA, N.M. **Alterações pós-morte em *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), procedentes da piscicultura e conservados em gelo**. Manaus, 1998. 101p (Dissertação de Mestrado – Fac. Farmácia – UA).
- ALMEIDA-VAL, V.M.F.; VAL, A.L. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In: VAL, A.L.; HONCZARIK, A. (eds.). *Criando peixes na Amazônia*. Manaus: INPA, 1995. p.45-59.
- AMORIM, R. M. S.; INHAMUNS, A. J. Produtos elaborados a partir de espécies com baixo valor comercial. In: *XIII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2003, Bahia*. Porto Seguro: Associação dos Engenheiros de Pesca da Bahia, 2003. v. único.
- ANDRADE, E. G.; OLIVEIRA, P. R. Estudo comparativo de algumas características fisiológicas, sensoriais e químicas entre tambaqui (*Colossoma macropomum*) de cativeiro e proveniente da pesca. In: *XI Congresso de Iniciação Científica - CNPq/UFAM Manaus – AM, 2002*.
- ANDRADE, E.G.; AMORIM, R.M.S.; SOUZA, A.F.L.; OLIVEIRA, P.R. Influência da mistura de espécies e lavagem na obtenção de “minced” e “fishbuger” de peixes amazônicos. In: *XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2005, Ceará*. Resumo. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do Ceará, 2005. v. único.
- ANG, J. F.; HULTIN, H. O. Denaturation of cod myosin during freezing after modification with formaldehyde. *Journal of Food Science*, Chicago. v. 54: 814–818. 1989.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemist. Washington, D.C. 15Ed., 1990.

ARAUJO-LIMA, C.A.R.M. GOULDING, M. *So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui*. Columbia University Press, New York. 1997. 191p.

ARAUJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L.C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (orgs.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM, 2005.

BATISTA, G.M.; LESSI, E.; KODAIRA, M.; FALCÃO, P.T. Alterações bioquímicas *post-mortem* de matrinxã *Brycon cephalus* (günther, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(4): 573-581, out.-dez. 2004.

BATISTA, V. S.; INHAMUNS, A.J.; FREITAS, C.E.C.; FREIRE-BRASIL, D. Characterization of the fishery in riverine communities in the Low-Solimões/High-Amazon region. *Fisheries Management and Ecology*, 5:101-117, 1998.

BATISTA, V.S.; PETRERE JR., M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazonica*, Manaus, 33 (1); 53-66. 2003.

BATISTA, G. M.; LESSI, E.; KODAIRA, M. ; FALCÃO, P. T. Alterações bioquímicas *post-mortem* de matrinxã BRYCON CEPHALUS (Gunther, 1869) procedente da piscicultura, mantido em gelo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, p. 573-581, 2004.

BARTHEM, R.B.; GUERRA, H.; VALDERRAMA, M. *Diagnostico de los recursos hidrobiológicos de la Amazonia*. Tratado de Cooperación Amazonica, Secretaria Pro Tempore. 2nd edición. 162p. 1995.

BAYLEY, P.B. Fish yield from the Amazon in Brazil: comparisons with African river yields and management possibilities. *Trans. Am. Fish. Soc.*, v.110, p.351-359, 1981.

BAYLEY, P.B. PETRERE JR. M. Amazon fisheries: assessment methods, current status, and management options. In: DODGE, D.P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., v.106, p.385-398, 1989.

BAYLISS, P. Chemistry in the kitchen: fish and fish products. *Nutrition & Food Science*, n. 1, p. 41–43, January/February 1996.

BELLO, R.A.; RIVAS, W.G. *Evaluacion y aprovechamiento de la cachama cultivada, como fuente de alimento*. Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Rome, Italy/Mexico, D.F., nº2, out 1992, 113p.

BENJAKUL, S.; BAUER, F. Physicochemical and enzymatic changes of cod muscle proteins subjected to different freeze-thaw cycles. *J Sci Food Agric*. 80:1143-1150, 2000.

BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; CHANTARASUWAN, C. Cross-linking activity of sarcoplasmic fraction from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) muscle. *Lebensm.-Wiss.u-Technol*. Zurich, v.37, p. 79-85. 2004.

BHATTACHARYA, S.; DAS, H.; BOSE, A.N. Rheological behaviour during extrusion of blends of minced fish and wheat flour. *J. Food Eng.*, London, v.5, p.123-137, 1992.

BLIGH, E.; DYER, W. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37:911. 1959.

BORGES, G.A. *Ecologia de três espécies do gênero Brycon (Muller – Troschel, 1844) (Pisces, Characidae), no rio Negro – Amazonas, com ênfase na caracterização taxonômica e alimentação*. 1986. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; DANTAS, L.; SILVA, A.L.F.; CHAGAS, E.C. Densidade de estocagem durante a recria do matrinxã em tanque-rede. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.40, n.4, In press, 2005.

- BRAZ SILVA, M. A. JESUS, R.S. Alterações na composição química e capacidade de formação de gel em “minced fish” lavado e não lavado de peixes de água doce da Amazônia. **In: XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**, 2001, Paraná. Completo. Foz do Iguaçu: Associação dos Engenheiros de Pesca da Região Sul, 2001. v. Único.
- BRAZ SILVA, *Utilização de piranha *Serrassalmus spp.* para elaboração de sopa de peixe*. Manaus, 2004, 36p. (Monografia de Graduação – UFAM).
- BRITSKY, H.A. Sobre o gênero *Colossoma* (Pisces, Characidae). *Ciência e Cultura*, São Paulo, v.29, p.810, 1977.
- CÂNDIDO, L. M. B. **Obtenção de concentrados e hidrolisados protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromus Niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais**. Campinas, UNICAMP/FEA, 1998. 207p. (Tese de Doutorado).
- CARVALHO, N.L. de A. **Efeitos de fatores físicos e químicos sobre a formação de géis em surimi de duas espécies de peixes comerciais da Amazônia**. Manaus, INPA/UFAM, Biologia Tropical e Recursos Naturais, 2003. 145p. (Tese de Doutorado).
- CHEN, H. H. (2002). Decoloration and gel-forming ability of horse mackerel mince by air-flotation washing. *Journal of Food Science*, Chicago 67(8), 2970–2976.
- CIAMA. Companhia de Desenvolvimento do Estado do Amazonas. **Projeto Básico Terminal Pesqueiro de Manaus**. Manaus: CIAMA, 2005, 49p.
- COHEN, D.M. How many recent fishes are there? *Proceedings of the California Academy of Science*, San Francisco, v.38, n.4, p.341-345, 1970.
- COSTA, R.L.F.; BARTHEM, R.B.; BITTENCOURT, M.M. A pesca do tambaqui, *Colossoma macropomum*, com enfoque na área do médio Solimões, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. Manaus 31(3): 449-468. 2001.
- DIAS NETO, J.; MESQUITA, J.X. Potencialidade e exploração dos recursos pesqueiros do Brasil. *Ciência & Cultura*, São Paulo v.40, n.5, p.427-441, 1988.

DALGAARD, P.; GRAM, L.; HUSS, H.H. Spoilage and shelf life of cod fillets packed in vacuum or modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 19, 283–294. 1993.

EIGENMANN, C.H. The serrasalmidae and mylinae. *Anais of the Carnegie Museum*, Pittsburgh, v.9, p.226-271, 1915.

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). *Codex Alimentarius Commission*, Report of the 21st. Session of the Codex Committee on Fish and Fishery Products. Roem, p. 47 a 57. 1994.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Minced fish*. Departamento de pesca de la FAO. Roma, p: 1- 4. 2001.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. 168p. 2004.

FLICK, G.J.; BARUA, M.A.; ENRIQUEZ, L.G. Processing Finfish. In: MARTIN, R.E.; FLICK, G.J. ed. *The Seafood Industry*. New York: academic Press, p. 117-164, 1990.

FREITAS, C. E. C. Recursos Pesqueiros Amazônicos: status atual da exploração e perspectivas de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. In: Alex Fiuza de Melo. (Org.). *O Futuro da Amazônia: Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI*. 1 ed. Brasília: Insituto Euvaldo Lodi - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, 2003, v. 1, p. 101-130.

FUJIMOTO, K.; MOHRI, S.; HASEAWA, K. ENDO, Y. Oxidative deterioration of fish meat. *Food Rev. Int.*, New York, v.6, n.4, p.603-616, 1990.

GASHTI, G.Z. *Estimation of microbiological and chemical variations in minced fish processing of Atlantic pollock (Pollachius vireos)*. UNU-Fisheries Training Programme. Final Project 2002.

GILL, T. A.; KEITH, R. A.; SMITH, L. B. Textural deterioration of red hake and haddock muscle in frozen storage as related to chemical parameters and changes in the myofibrillar proteins. *Journal of Food Science*, Chicago 44, 661–667, 1979.

GOMES, L.C.; URBINATI, E.C. Matrinxã (*Brycon amazonicus*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (orgs.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM, 2005.

GÓMEZ-GUILLÉN, C.; MENDES, R.; MOTERO, P. The effect of washing water parameters (pH, hardness and sodium pyrophosphate content) on the water holding capacity and gelation characteristics of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. Madrid: *Instituto del Frio*, 38p. 1997.

GOLDING, M. *The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history*. University of California Press, Berkeley, California. 280p., 1980.

GONZAGA, L.S. INHAMUNS, A.J. Formulação de nuggets a partir de pescado com baixo valor comercial do Estado do Amazonas. In: *XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 2005, Ceará. Resumo. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do Ceará, 2005. v. Único.

GONZAGA JR, M.A.; CARVALHO, N.L. de A.; CARVALHO, M.A.F. Produção de reestruturados de pescado com maior valor agregado elaborados a partir de espécies de peixes da região amazônica. In: *XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca*, 2005, Ceará. Resumo. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do Ceará, 2005. v. Único.

GLOBO RURAL. Aqüicultura e pesca terão linha de crédito. São Paulo: Ed. Globo. jun. 2003. Disponível em: < <http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC550888-1485,00.html> > Acesso em: 13 fev.2006.

GRAEF, E.W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas. In: VAL, A.L.; HOCZARIK, A. *Criando peixes na Amazônia*. Manaus: INPA, 1995.p.45-59.

HALL, G. M.; AHMAD, N. H. Surimi and fish mince products. In: *Fish Processing Technology*, (ed.) HALL, G. M., p. 72-87. Blackie Academic & Professional, Glasgow (U.K.). 1992.

HERMANSSON. A.M. Water- and fat-holding. In: MITCHELL JR.; LEDWARD, D.A. (eds). *Functional properties of food macromolecules*. Elsevier Applied Science, London, pp 273–314, 1986.

HERRERA, J. J.; PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. Inhibition of formaldehyde production in frozen-stored minced blue whiting (*Micromesistius poutassou*) muscle by cryostabilizers: An approach from the glassy state theory. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5256–5262. 2000.

HORDUR, G.K.; BARBARA, A.R. Biochemical and functional properties of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) muscle proteins hydrolyzed with various alkaline proteases. *J. Agric. Food Chem.*, Barking, v. 48, p. 657-666. 2000.

HOWES, M. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei). *Bulletin Br. Museum Natural History (Zool.)*, Cambridge, v.43, n.1, p. 1-47, 1982.

HSIEH, R.J. KINSELLA, J.E. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanism, products, and inhibition with emphasis on fish. *Adv. Food Res. Nutr.*, San Diego, v. 33, p.233-340, 1989.

HUSS, H.H. *Fresh fish: quality and quality changes*. Rome: FAO: DANIDA, 1988. 132p. (FAO Fisheries Series, n. 29).

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Estatística da pesca 2004, Brasil Grandes regiões e unidades da federação*. Brasília: IBAMA, 2005. 98p.

ICMSF. *Microrganismos de los alimentos*. Técnicas de análisis microbiológicos. Zaragoza, Ed. Acribia, 1983. v. 1, 533p.

ITZHAKI, R. F.; GILL, D. M. A microbiuret method for estimating proteins. *Analytical Biochemistry*, v.9, p.401-410, 1964.

IZQUIERDO CORSER, P.; TORRES FERRARI, G.; BARBOZA DE MARTINEZ, Y.; SALAS, E.M.; CAGNASSO, M.A. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. *ALAN*, jun. 2000, vol.50, no.2, p.187-194. ISSN 0004-0622.

JESUS, R. S. “*MINCED FISH*” – *Alternativa de Produto de Pescado como alimento*.

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos para exame de qualificação de doutorado. p. 41, 1998.

JESUS, R. S.; LESSI, E.; TENUTA-FILHO, A. Estabilidade de “minced fish” de peixes amazônicos durante o congelamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas v.21 (2) p.144-148, maio-agosto. 2001.

JIANG, S. T.; LEE, T. C. Changes in free amino acids and protein denaturation of fish muscle during frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 33, 839–844, 1985.

KÖSE, S.; BORAN, M.; BORAN, G. Storage properties of refrigerated whiting mince after mincing by three different methods. *Food Chemistry*, v. 99, Issue 1, p. 129-135. 2006.

KYRANA, V. R.; LOUGOVOIS, V. P. Sensory, chemical and microbiological assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *International Journal of Food Science and Technology*, Oxford 37, 319–328. 2002.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da Aqüicultura*, março/abril, 2004.

LANARA (Brasil). *Métodos analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes*. 1. Métodos Microbiológicos. Brasília, Min. da Agricultura (Laboratório Nacional de Referência Animal), 1981. 112p.

LEELAPONGWATTANA, K.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; HOWELL, N. K. Physicochemical and biochemical changes during frozen storage of minced fresh of lizardfish (*Saurida micropectoralis*). *Food Chemistry* Barking, 90: 141–150. 2005.

LILEVICK, H.A. The determination of total organic nitrogen. In: Joslyn, M.A. (ed). **Methods in food analysis. Physical, chemical and instrumental methods of analysis**. New York: Academic Press, 1970.

LIMA, C.A.S.; CARVALHO, N.L. de A. Caracterização tecnológica e viabilidade econômica do “minced” de tambaqui (*Colossoma macropomum*) produzido a partir da criação em tanques-rede. *In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2005, Ceará*. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do Ceará, 2005. v. único.

LIMA, F.C.T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: REIS, R.E.; KULANDER, S.O.; FERRAIS JR., C.J. (Orgs.). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDPURCS, 2003, P. 174-181.

LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization**. New York: Chapman & Hall, 1999. 532 p.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. de. Pré-processamento e conservação de pescado produzido em piscicultura. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATTI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Orgs.). *Tópicos especiais em piscicultura de água doce*. São Paulo: TecArt, 2004, v. 1, p. 405-480.

MARTÍNE-VALVERE, I.; PERIAGO, M.J.; SANTELA, M.; ROS, G. The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. *Food Chemistry*, Barking, 71 (2000) 503-509.

MEGGERS, B. *Amazônia: a ilusão de um paraíso*. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1977, 207 p.

MERCADO DA PESCA. Cadeia de produção pesqueira aquecida. Manaus. 2006. Disponível em: < <http://www.mercadodapesca.com.br/novidades.php?id=724> > Acesso em 13 fev. 2006.

MERCADO DA PESCA. Convênio é assinado para construção do Terminal Pesqueiro de Manaus. Manaus. 2006. Disponível em:

<<http://www.mercadodapesca.com.br/noticias2.php?id=2852>> Acesso em 21 jun. 2006.

MERONA, B.; BITTENCOURT, M.M. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*. XLVIII: 433-453, 1988.

NAKAI, S.; CHAN, L. Structure modification and functionality of whey proteins: quantitative structure-activity relationship approach. *Journal of Dairy Science*, v. 68, n. 10, p. 2763-2772, 1985.

NAVARRO, M.P. Valor nutritivo del pescado I. Pescado fresco. *Ver. Agroquim. Technol. Aliment.*, 31 (3), 330-342. 1991.

NORT, E. Importância do controle físico na qualidade do pescado. **In:** Kai, M. & Ruivo, U. E. *Controle de qualidade de pescado*. Ed. Loyola, p. 135-144. 1988.

NOVOA, D.; RAMOS, F.; CARTAYA, E. Lãs pesquerias artesanales del Rio Orinoco, sector caiara-Cabruta, ParteI. *Memória Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle*. 121: 163-215.1984.

NOVOA, D. El Rio Orinoco y sus pesquerias: estado actual, perspectivas futuras y lãs investigaciones necesarias. **In:** WEIBEZAHN, F.; ALVAREZ, H.; LEWIS, W. (eds). *El rio Orinoco como ecosistema*. Universidad Simon Bolívar, Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Eletrificación del Caroni C.A. (EDELCA), C.A. Venezolana de Navegación (CAVN). 1990.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. *Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado*. Vol. 1. Livraria Varela, São Paulo, 430p. 1999.

OLIVEIRA, P. R. *Elaboração de produtos a partir da carne triturada de jaraqui (Semaprochilodus spp.), do Rio Negro (AM), Brasil*. Manaus, 1989, 91p. (Dissertação de Mestrado – INPA/FUA).

- PAPADOPOULOS, V.; CHOULIARA, I.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I.N.; KONTOMINAS, M.G. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20(4), 411–420. 2003.
- PARK, J.W.; MORRISSEY, M.T. Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: PARK, J.W. (Ed.) *Surimi and surimi seafood*. New York: Marcel Dekker, p.23-58, 2000.
- PARKIN, K. L.; HULTIN, H. O. Some facts influencing the production of dimethylamine and formaldehyde in minced and intact red hake muscle. *Journal of Food Processing and Preservation*, 6, 73–97. 1982.
- PETRERE JR., M. Pesca e Esforço de Pesca no Estado do Amazonas. II. Locais, métodos de captura e estatísticas de desembarque. *Acta Amazônica*, Manaus, v.8 (supl.), p. 1-54, 1978.
- PETRERE JR, M.; BARTHEM, R.B.; MAGNAWITA, A. utilização dos recursos hídricos minerais. Pesca e recursos pesqueiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE.1992. Belém. SIMDAMAZONIA. *Anais*. Belém, PRODEPA, 1992, 567P.
- PETRERE JR., M. *Desarrollo Sostenible del Area Amazonica Fronteriza: Brasil y Colombia*. Report to Convenio OEA/SINCHI/SUDAM, Rio Claro, 2001, 136p.
- PONTES, R.N. Cadeia produtiva do pescado no Amazonas: um enfoque pelo agronegócio. *T & C Amazônia*, Brasília. Ano 2, n.4, abr. 2004.
- PIZAGO-PAIMA, E.G.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I. Composição corporal e alimentar do matrinxã *Brycon cephalus* na Amazônia central. *Acta Amazonica*, Manaus, v.31, n. 3, p. 509-520, 2001.
- PRENTICE. C., SAINZ, R.L. Cinética de deterioração apresentada por filés de carpa–capim (*Ctenopharyngodon idella*) embalados a vácuo sob diferentes condições de refrigeração. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(1): 127-131, jan.-mar. 2005.

REVISTA SAFRA. Aqüicultura desponta como alternativa de negócio no Brasil. Goiânia: Ed. Revista Safra. ago 2001. Disponível em: < <http://www.revistasafra.com.br/2001-06/Piscicultura.htm>> Acesso em 13 fev. 2006.

RHEE, K.S. Enzimic and nonenzimic catalysis of lipid oxidation in muscle foods. *Food Technol.*, Chicago, v.45, n.6, p.127-132, 1988.

RODRÍGUEZ-HERRERA, J.J.; PASTORIZA, L.; SAMPEDRO, G. Effects of various cryostabilisers on protein functionality in frozen-stored minced blue whiting muscle: The importance of inhibiting formaldehyde production. *Eur. Food Res. Technol.*, (2002) 214:382–387.

ROOSEVELT, C.; HOUSLEY, R. A; IMAZIO DA SILVEIRA, M.; MARANCA, S.; JOHNSON, R. Eighth Millenium Pottery from a Prehistoric Shell Medden in the Brazilian Amazon. *Science*, n. 254, p. 1621-1624, 1991.

ROUSSEL, H.; CHEFTEL, J. C. Mechanisms of gelation of sardine: influence of thermal processing and various additives on texture and protein solubility of Kamaboko gels. *Journal Food Science Technology*. Oxford, v. 25, p 260. 1990.

SÃO PAULO. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos*. 3ºed. São Paulo, Secretaria do Estado de Saúde. 533 p. 1985.

SÃO PAULO. *Código Sanitário do Estado de São Paulo*. São Paulo: IMESP, 412p.1991.

SANTOS, G.M.; SANTOS, A.C.M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, Brasília, 19 (54), 2005.

SHEVICLO, G. **Surimi and Surimi** – Based products. Iranian Fisheries report. 1997.

SHIH-BIN, L.; LI-CHEN, C.; HUI-HUANG, C. The change of thermal gelation properties of horse mackerel mince led by protein denaturation occurring in frozen storage and consequential air floatation wash. *Food Research International*, v.38, p.19–27. 2005.

SIDDAIAH, D.; REDDY, V. S. G.; RAJU, C. V.; CHANDRASEKHAR, T. C. Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) mince during frozen storage. *Food Research International*, Karnataka State, India, v.34, p. 47-53. 2001.

SOUZA, F.C.A., *Influência da desnaturação Protéica sobre a qualidade do “minced fish” de peixes amazônicos*, Dissertação de Mestrado em Ciências dos Alimentos, Universidade do Amazonas, Manaus. 48 p. 2001.

SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analytical Chemistry*, v. 30, p. 1190-1206, 1958.

SPIES, J.R. Determination of tryptophan in proteins. *Analytical Chemistry*, Washington DC, v.39, n.10, p.1412-1415, 1967.

STEFANSSON, G.; HULTIN, H. On the solubility of cod muscle proteins in water. *J. Agric. Food Chem.* 42, 2656-2664, 1994.

SUFRAMA. *Potencialidades do Estado do Amazonas*. Manaus. 1996. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br/publicacoes/potencialidades/amazonas.htm>> Acesso em: 13 fev. 2006.

SUFRAMA. *Projeto Potencialidades Regionais – Estudo de Viabilidade Econômica – Piscicultura*. Manaus: 2003. p.3. v. 8.

TAHA, P. *Estudo de viabilidade técnico-econômica da produção de surimi*. Dissertação. Florianópolis: UFSC. 75p. 1996.

TANG, S.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. KERRY, J. P. Anti-oxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry and fish muscle. *International Journal of Food Science and Technology*. Ireland, 36, 685-692, 2001.

WOOTLON, M., CHUAH, S. H. The use of sea mullet (*Mugil cephalus*) in the production of cold marinades. *Food Technol in Australia*, Sidney, v. 33, n. 8, p. 392-397, 1981.

VARELTZIS, K.; KOUFIDIS, D.; GAVRIILIDOU, E.; PAPAVERGOU, E.; VASILIADOU, S. Effectiveness of a natural Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. *Z Lebensm Unters Forsch A.*, Thessaoloniki – GR., 205: 93–96, 1997.

VENUGOPAL, V.; SHAHIDI, F. Value-added products from underutilized fish species. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Cleveland, v.35, n.5, p. 431-453, 1995.

VILAS BOAS, E.V.B. **Avaliação Nutricional dos Alimentos**. Textos Acadêmicos. Ed. UFLA/FAEPE, Lavras – MG, 51p. 1999.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**, 3rd edn. Prentice Hall International Editions, Upper Saddle River, NJ, USA. 1996.

ANEXO

Ficha de Avaliação Sensorial do “minced fish” cozido

DEGUSTADOR/PROVADOR: _____ DATA: _____ IDENTIFICAÇÃO: _____ Marque com um “X” a alternativa que mais se aproxima de sua opinião. PRODUTO: “Minced fish”	
AROMA: (Cheiro, odor) 6 – LIVRE DE ODOR DE RANÇO 5 – ODOR DE RANÇO MUITO LIGEIRO 4 – ODOR DE RANÇO LIGEIRO 3 – ODOR DE RANÇO MODERADO 2 – ODOR DE RANÇO MODERADAMENTE INTENSO 1 – ODOR DE RANÇO INTENSO 0 – ODOR DE RANÇO MUITO INTENSO TEXTURA 3 – FIRME E ELÁSTICA 2 – FIRME NÃO ELÁSTICA 1 – LIGEIRAMENTE MOLE 0 – TOTALMENTE MOLE	SABOR: 3 – CARACTERÍSTICO DE PEIXE FRESCO OU ADOCICADO 2 – PERDA DE SABOR DE PEIXE FRESCO 1 – LIGEIRO SABOR AMARGO OU ESTRANHO 0 – SABOR ESTRANHO E/OU FORTE
COMENTÁRIOS/SUGESTÕES: _____ _____ _____ _____	