

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
DOUTORADO EM HIGIENE VETERINÁRIA E PROCESSAMENTO
TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL**

**EMILIA DO SOCORRO CONCEIÇÃO
DE LIMA NUNES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DO PIRARUCU (*Arapaima gigas*
Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO
NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ**

**UNIVERSIDADE
FEDERAL
FLUMINENSE**

**NITERÓI
2011**

EMILIA DO SOCORRO CONCEIÇÃO DE LIMA NUNES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO
NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientador: Prof. Dr. ROBSON MAIA FRANCO
Co-orientador: Profa. Dra. ELIANE TEIXEIRA MÁRSICO

Niterói
2011

N972 Nunes, Emília do Socorro Conceição de Lima
Avaliação da qualidade físico-química e
microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz,
1822) salgado seco comercializado na cidade de
Belém, Pará; orientador Robson Maia Franco. – 2011.
77f.

Tese (Doutorado em Higiene Veterinária e
Processamento Tecnológico de Produtos de Origem
Animal)–Universidade Federal Fluminense, 2011.
Orientador: Robson Maia Franco

1. Qualidade do pescado. 2. Análise
Microbiológica. 3. Análise físico-química.
4. Composição centesimal. 5. Pirarucu. 6. Pará. I.
Título.

CDD 664.94

EMILIA DO SOCORRO CONCEIÇÃO DE LIMA NUNES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO
NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovada 06 de dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. ROBSON MAIA FRANCO – Orientador
UFF

Profa. Dra. ELIANE TEIXEIRA MÁRSICO – Co-orientadora
UFF

Profa. Dra. ELIANA DE FÁTIMA MARQUES DE MESQUITA
UFF

Profa. Dra. KAREN SIGNORI PEREIRA
UFRJ

Profa. Dra. CLÁUDIA EMILIA TEIXEIRA
UNIPLI - ANHANGUERA

Niterói

2011

Dedico esta obra para duas mulheres muito importantes em minha vida, pelas suas existências, dedicações, amor infinito e apoio, minha mãe Emilia Lima e minha filha Izabel de Lima Nunes.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora que sempre estão presentes em minha vida, em todos os momentos, e certamente estiveram guiando-me e fortalecendo-me em mais esta etapa profissional tão almejada e conquistada com muito trabalho e dedicação.

Ao meu amado marido Denilson Nunes pelo amor, companheirismo, paciência, diálogo, carinho e incentivo nessa jornada. E por todas as dicas e ajudas direcionadas para a melhoria deste trabalho.

À minha filha Izabel de Lima Nunes pelo abraço gostoso e carinhoso, pela risada inocente que tanto me confortaram e me relaxaram após cada dia de trabalho.

Aos meus pais (Emilia e Paulo Lima) pelo incentivo, apoio e ajuda na coleta das amostras de pirarucu. E principalmente a minha mãe pela sua disposição, coragem e determinação em residir em Niterói, participando mais uma vez da realização das minhas conquistas.

Aos meus amados familiares (irmãos, cunhados, sobrinhos, primos, sogros, tios) meu sincero agradecimento, pelos diálogos, visitas, torcida, orações, apoio e incentivo.

Ao Coordenador do DINTER, em Belém, prof. Edilson Matos, pela oportunidade em ingressar nesse curso, pela aquisição dos materiais necessários para o experimento e pela confiança.

Aos Coordenadores do DINTER, em Niterói, profs. Mônica Queiroz e Sérgio Carmona e equipe da secretaria do curso pela convivência, apoio e auxílio.

Ao meu orientador prof. Robson Maia Franco pelo carinho, respeito, amizade, paciência, ensinamentos e orientação na área de microbiologia de alimentos, e principalmente pela dinâmica de ensino, pelo exemplo de ânimo e dedicação na carreira docente, que levarei para minha vida profissional

A minha co-orientadora profa. Eliane Teixeira Mársico pela orientação, oportunidade e ingresso na área de físico-química de alimentos, e pela confiança e amizade.

A todos os professores que ministraram disciplinas no DINTER-UFF-UFRA, em Belém, pelos conhecimentos adquiridos.

Ao prof. Elmiro Nascimento pelo apoio e ajuda na análise estatística.

Aos professores e amigos de turma do DINTER-UFF-UFRA, pela amizade, apoio e momentos de descontração. E a todos aqueles que ajudaram na coleta e envio das amostras de pirarucu para Niterói, principalmente ao prof. Fernando Elias.

A todos os profissionais, técnicos, graduandos, pós-graduandos que ajudaram e auxiliaram, de forma direta ou indireta, no desenvolvimento da pesquisa laboratorial e pela companhia e amizade.

E a todos aqueles que colaboram de alguma forma na coleta de amostras, nas análises laboratoriais e no apoio logístico em casa, meus sinceros agradecimentos.

“É bom dar graças ao SENHOR e cantar louvores ao teu nome, ó Altíssimo; proclamar pela manhã teu amor, e tua fidelidade pela noite, ao som da lira e da arpa, ao som dos arpejos da cítara. Pois me alegraste, SENHOR, com tua ação, exulto de júbilo com as obras de tuas mãos”

SALMOS 92 (91), 1 - 5

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, p. 8

LISTA DE TABELAS, p. 10

RESUMO, p. 12

ABSTRACT, p. 14

1 INTRODUÇÃO, p. 15

2 REVISÃO DE LITERATURA, p. 17

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PIRARUCU, p. 17

2.1.1 Biologia, Habitat e Distribuição Geográfica, p. 19

2.2 PRODUÇÃO, RENDIMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DO PIRARUCU, p. 21

2.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA SALGA DO PESCADO, p. 27

2.4 ASPECTOS GERAIS DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO PEIXE SALGADO-SECO, p. 33

3 DESENVOLVIMENTO, p. 35

3.1 QUALIDADE DO PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ – BRASIL. Enviado para a Revista do Instituto Adolfo Lutz, p. 36

3.2 PRESENÇA DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E DE PATÓGENOS EM PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO EM SUPERMERCADOS E FEIRAS DA CIDADE DE BELÉM, PARÁ. Enviado para a Revista Brasileira de Ciência Vetrinária, p.58

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS, p. 72

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, p. 73

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. 1 Pirarucu adulto recém-capturado, f. 18

Fig. 2 Pirarucu adulto com 1,50 metros de comprimento, f. 19

Fig. 3 Carne de pirarucu com coloração rósea, f. 19

Fig. 4 Pirarucu adulto macho, f. 20

Quadro 1 Captura do Pirarucu na Região Norte – 1999, f. 22

Fig. 5 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em feiras e supermercados da cidade de Belém, f. 23

Quadro 2 Rendimento do pirarucu de piscicultura, f. 25

Quadro 3 Produtividade e rendimento econômico de diferentes espécies criadas racionalmente, em US\$1,00, em 01/02/1994, f. 25

Fig. 6 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em feiras livres, e em supermercados dentre outros produtos cárneos salgados, na cidade de Belém, f. 26

Fig. 7 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em uma feira livre em Belém, f. 29

Fig. 8 Amostra de pirarucu salgado seco, com vermelhão, coletada em agosto de 2010, em uma feira livre em Belém, f. 29

Fig. 9 Fluxograma do processo de salga e secagem do pirarucu, através da salga seca, realizado em laboratório, em indivíduos provenientes de piscicultura, f. 31

Fig. 10 Fluxograma do processamento de filé salgado e seco do pirarucu, através da salga mista, realizado em laboratório, em indivíduo oriundo da pesca artesanal, f. 32

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

TABELA 1 - Resultados das análises físico-químicas realizadas em pirarucu salgado seco comercializado em Supermercado (S) e Feiras (F), f. 43

TABELA 2 – Resultados das análises físico-químicas realizadas em pirarucu salgado seco comercializado no período do defeso (D) e no período liberado (L) para comercialização, f. 44

TABELA 3 – Resultados das análises microbiológicas realizadas em pirarucu salgado seco, f. 49

TABELA 4 - Regressão Linear Simples, p e R^2 entre Coliformes Totais (CT) e Coliformes a 45°C (CTer) com Cloretos (Cl), e entre *Enterococcus* spp. (Ent) com Atividade de Água (Aa), f. 53

TABELA 5 - Regressão Linear Múltipla, p , R e R^2 de Ranço Oxidativo (TBARS), Bases Voláteis Totais (BVT) com diferentes microrganismos estudados, f. 53

Artigo 2

TABELA 1- Resultados das análises bacteriológicas de *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR) e *Bacillus* spp., em UFC/g, do Número Mais Provável de *Escherichia coli* (NMP/g) e pesquisa de *Salmonella* spp. em pirarucu salgado seco, f. 68

RESUMO

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é a principal espécie de pescado da Amazônia, É tradicionalmente comercializado na forma salgada e seca, em mantas, sendo considerado o “bacalhau” brasileiro. Nesta pesquisa objetivou-se avaliar e comparar os aspectos microbiológicos e físico-químicos de qualidade do pirarucu salgado seco obtidos em supermercados (S) e feiras livres (F) e durante o período do Defeso (D) e Não-Defeso (ND) na cidade de Belém. Quarenta amostras foram obtidas entre março de 2009 a setembro de 2010 e enviadas para os laboratórios de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal e de Controle Físico-químico de Alimentos, da Faculdade de Veterinária, da Universidade Federal Fluminense, em Niterói, Rio de Janeiro. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com os métodos oficiais propostos pelo Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para o teor de Umidade e Voláteis a 105°C, determinação de Proteína, de Lipídios, de Resíduo Mineral Fixo, de Bases Voláteis Totais (N-BVT) e teor de Cloretos; as análises de Atividade de Água (Aa), Aminoácidos Biogênicos (AB) e determinação do número de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS) foram realizadas segundo metodologia específicas. As análises microbiológicas foram realizadas conforme a Instrução Normativa nº 62, do MAPA, para mesófilos, halofílicos, fungos, *Staphylococcus* Coagulase Positiva (SCP), Enterobacteriaceae viáveis (EV), *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR), *Clostridium perfringens*, *Bacillus* spp. e *Salmonella* spp., com modificações para enumeração de *Enterococcus* spp., Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CTer) e *Escherichia coli* que foram analisados pela técnica de miniaturização. A composição centesimal média encontrada foi de 46,99% ($\pm 3,71\%$), 18,82% ($\pm 1,91\%$), 7,31% ($\pm 4,98\%$) e 29,49% ($\pm 4,96\%$), para umidade, cinzas, lipídios e proteína; respectivamente, sendo que 75% das amostras ultrapassaram o padrão oficial para umidade. Os demais resultados físico-químicos observados foram: 0,73 ($\pm 0,04$) de Aa, 14,60% ($\pm 1,94\%$) de cloretos, 21,44 mgN/100g ($\pm 9,76$ mgN/100g) de N-BVT, 0,35 mg.kg⁻¹ ($\pm 0,12$ mg.kg⁻¹) relativas a TBARS e não foi detectada produção de AB pelo método empregado. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para Aa e cloretos, entre as amostras obtidas no D e ND. Os resultados microbiológicos encontrados foram de 5,01 log_{UFC}/g de mesófilos, 5,67 log_{UFC}/g de halofílicos, 4,99 log_{UFC}/g de fungos, 1,87 log_{UFC}/g de SCP, 0,27 log_{UFC}/g de EV, 2,50 log_{NMP}/g de *Enterococcus* spp., 2,82 log_{NMP}/g de CT e 2,15 log_{NMP}/g de CTer. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para SCP e CT entre as amostras obtidas no D e ND; e para CTer entre as amostras obtidas em S e F. Constatou-se a presença de CSR, de

Bacillus spp., de *E. coli* e de *Salmonella* spp. em 32,5%, 62,5%, 30% e 25% das amostras estudadas, respectivamente. *Clostridium perfringens* foi confirmado em uma amostra. Conclui-se que o pirarucu salgado seco está sendo comercializado em condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, com manipulação não-higiênica, recontaminação pós-processamento e armazenamento inadequado, o que torna este produto impróprio para o consumo humano, em comparação aos padrões microbiológicos para pescado salgado seco previsto na legislação brasileira e por acarretar perda de qualidade e risco à saúde do consumidor.

Palavras Chaves: Pirarucu, *Arapaima gigas*, peixe salgado seco, qualidade, composição centesimal, análise físico-química, análise microbiológica.

ABSTRACT

The *Arapaima gigas* is a large fish from Brazil's Amazonas, being sold in dried salt pieces. The quality was tested through 40 samples dry-salted pirarucu sold in Belém city to evaluate physical-chemical and microbiological quality. The mean of moisture, ashes, lipid, protein, Water activity (Wa), salt content, Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N), Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) and Biogenic Amines was 46,99% ($\pm 3,71\%$), 18,82% ($\pm 1,91\%$), 7,31% ($\pm 4,98\%$), 29,49% ($\pm 4,96\%$), 0,73 ($\pm 0,04$), 14,60% ($\pm 1,94\%$), 21,44 mgN/100g ($\pm 9,76$ mgN/100g), 0,35 mg.kg⁻¹ ($\pm 0,12$ mg.kg⁻¹) and none was detected, respectively. The values of moisture were above the maximum limit permitted by legislation in 75% of the samples. A significant difference ($p < 0,05$) in Wa and salt content was observed between fishing "closed season" and "no-closed season". The microbiological average counted in all samples was 5,01 log_{CFU}/g of mesophilic bacteria, 5,67 log_{CFU}/g of moderate halophiles, 4,99 log_{CFU}/g of yeast and mold, 1,87 log_{CFU}/g of Positive *Staphylococcus* Coagulase (PSC), 0,27 log_{CFU}/g of enterobacteria, 2,50 log_{MPN}/g of *Enterococcus* spp., 2,82 log_{MPN}/g of Total Coliforms (TC) and 2,15 log_{MPN}/g of Thermo-tolerant Coliforms (TerC). PSC and TC showed significant differences ($p < 0,05$) in "closed" and "no-closed" fishing season and TerC in supermarket and retail market samples. Sulfite Reduction *Clostridium* (SRC), *Bacillus* spp., *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. were isolated in 32.5%, 62.5%, 30% and 25% of the samples studied, respectively. *Clostridium perfringens* was confirmed in a sample. We can conclude that dry-salted pirarucu traded in Belém city has low hygienic-sanitary quality due to the presence of toxigenic and pathogenic bacteria that indicates fecal and soil contamination, inadequate manipulation, post-processing recontamination and improper storage. This fish was in disaccord with the official standard and characterizes a potential risk to public health.

Keywords: *Arapaima gigas*, dry-salted fish, quality, centesimal composition, physical-chemical, microbiology.

1 INTRODUÇÃO

O comércio de pescado da cidade de Belém caracteriza-se por uma grande variedade de peixes de água doce, ofertadas na forma inteira e resfriada e salgado seco, em sua maioria, nas principais feiras da cidade, destacando-se espécies como: dourada, pescada, piramutaba, mapará, tamoatá, curimatã, filhote, tucunaré, pirarucu, dentre outros.

O pirarucu é um peixe amazônico carnívoro de grande porte e de água doce, muito apreciado na culinária paraense. Esse peixe não é mencionado nas estatísticas pesqueiras de Belém; entretanto é a principal espécie de pescado da Amazônia, e boa parte da sua produção é tradicionalmente comercializada na forma salgada e seca. Do Amazonas, o pirarucu é transportado para o estado do Pará e outros estados da região Nordeste, não entrando, dessa forma, nas pesquisas da produção (OLIVEIRA, 2007). Existem, também, outras espécies amazônicas utilizadas para salga, como a pescada gó, a pescada amarela, o mapará, dentre outros (SALGADO; RAMOS, 2005).

No comércio varejista de Belém é comum encontrar o pirarucu na forma salgado seco, em mantas, sendo considerado o “bacalhau” do Pará, devido seu sabor e aspecto peculiar. Nas grandes feiras livres a comercialização do pirarucu salgado seco é realizada sem embalagem, sobre bancadas de madeira, sem nenhuma proteção. Sendo assim, a sua qualidade físico-química e microbiológica pode estar comprometida, colocando em risco a saúde coletiva.

Entretanto, apesar de ser considerado um produto regional de alto valor nutritivo e comercial, sendo comercializado livremente na capital paraense, ainda é

um produto sem padronização, processado artesanalmente e sem a regulamentação técnica por parte dos órgãos oficiais de fiscalização.

Sabe-se que cuidados durante o beneficiamento dos alimentos podem resolver o problema microbiano, porém existem casos onde as bactérias naturais podem dar lugar a outras próprias da tecnologia aplicada, como é o caso dos produtos salgados (VIEIRA, 2004).

Sendo assim, o pirarucu salgado seco é um produto produzido sem nenhum critério tecnológico, higiênico e sanitário, interferindo assim na sua qualidade final, principalmente no que se refere à contaminação microbiológica e aos aspectos físico-químicos, comprometendo a produção de alimento seguro. Poucos estudos foram realizados sobre a qualidade desse produto regional, tanto do ponto de vista microbiológico, quanto físico-químico.

Nesta pesquisa objetivou-se avaliar e comparar os aspectos microbiológicos e físico-químicos de qualidade de amostras do pirarucu salgado seco, comercializados em supermercados e feiras livres, e durante o período do defeso e não-defeso na cidade de Belém.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O PIRARUCU

Taxonomicamente o pirarucu pertence à ordem Osteoglossiformes, subordem Osteoglossoidei, superfamília Osteoglossoidae, família Osteoglossidae, gênero *Arapaima*, espécie *A. gigas* (AYALA, 1999).

É considerado um peixe primitivo, pertencente a um dos grupos mais antigos de teleósteos vivos, que surgiram durante o período Jurássico, formando o elo entre os peixes ósseos ancestrais e os teleósteos modernos; nesta família ocorrem somente dois gêneros: *Osteoglossum* (com duas espécies, *O. bicirrhosum* e *O. ferreirai*) e *Arapaima* (com uma única espécie *A. gigas*); estes gêneros só ocorrem na Amazônia e estão relacionados aos gêneros *Sclerophages* e *Heterotis*, que ocorrem, respectivamente na Austrália e África (VENTURIERI; BERNADINO, 1999).

Denominado o gigante das águas amazônicas, o pirarucu é o maior peixe de escamas das águas doces do planeta, que impressiona, em um primeiro momento, pelo seu exuberante porte e beleza; há muito tempo desfruta de renome internacional, seja pelas mantas salgadas que no passado fluíram com grande frequência para os mercados europeus, seja pela sua singularidade como espécie ornamental, nas mãos de aquarífilos e comerciantes em todo o mundo (ONO et al., 2004) (Fig. 1).



Fig. 1 Pirarucu adulto recém-capturado.

Fonte: Arquivo pessoal.

O *A. gigas* recebe várias denominações de acordo com o país de origem. No Peru recebe a denominação de paiche; na Guiana de arapaima e no Brasil o nome mais difundido é pirarucu (pira = peixe; urucu = vermelha - cor característica da semente da planta do urucu - *Bixa orellana*, da qual se extrai o coloral), devido sua coloração avermelhada na porção do conjunto da nadadeira caudal, dorsal e anal (Fig. 2). O nome genérico tem sido tomado do vernacular *Arapaima* e o específico *gigas* (que significa gigante) faz alusão ao seu tamanho (AYALA, 1999).

Quando adulto esse peixe mede três metros de comprimento e pesa até 200 kg; entretanto, são mais comuns os exemplares de porte médio, que são capturados com peso entre 50 e 90 kg, com 1,50 metros de comprimento (Fig. 2). Sua carne de coloração naturalmente rósea e desprovida de espinhas é bastante valorizada na região amazônica (Fig. 3) e é comercializado com preços atrativos nos mercados externos (AYALA, 1999; ONO et al., 2004).



Fig. 2 Pirarucu adulto com 1,50 metros de comprimento.

Fonte: Arquivo pessoal.



Fig. 3 Carne de pirarucu com coloração rósea.

Fonte: Ono (2007)

2.1.1 Biologia, Habitat e Distribuição Geográfica

O pirarucu é um peixe que tem o corpo alargado, circular e elipsoidal em secção, revestido por grandes e grossas escamas cicloidais. Sua cabeça é achatada e ossificada, e pequena em relação ao corpo, correspondendo a aproximadamente 10% do peso total (SANTOS et al., 2004).

A boca é do tipo superior, grande e oblíqua, com prognatismo da mandíbula inferior, provida de muitos dentes pequenos; apresenta duas placas ósseas laterais e uma palatina, que funcionam como verdadeiros dentes que servem para apreender e esmagar a presa durante a deglutição; possui uma língua bastante desenvolvida com um osso interno (IMBIRIBA et al., 1996; NEVES, 2000; VENTURIERI; BERNADINO, 1999).

Apresenta uma coloração castanho-clara, quando adulto, na cabeça e no dorso, a partir do oitavo ou nono mês de idade, sendo que as escamas abdominais na metade posterior do corpo são vermelhas escuras (Fig. 4). Na época da desova o macho apresenta uma coloração vermelha mais intensa. As nadadeiras peitorais são

afastadas das ventrais, enquanto que a dorsal e a anal são próximas da caudal (AYALA, 1999; IMBIRIBA, 2001).



Fig. 4 Pirarucu adulto macho.

Fonte: Panorama da Aquicultura (2010).

Internamente o pirarucu possui dois aparelhos respiratórios, as brânquias para a respiração aquática, e a bexiga natatória modificada, especializada para funcionar como pulmão. Portanto, a respiração do pirarucu é aérea e a cada 20 minutos o exemplar adulto vem à superfície para respirar; enquanto os jovens vêm mais frequentemente. Neste processo respiratório a difusão do oxigênio para o sangue ocorre através da extensa rede de capilares sanguíneos presente na bexiga natatória (BARROS, 2002; ONO et al., 2004).

Essa respiração aérea representa um processo vital para a espécie, que impedida de vir à superfície, acaba morrendo. Essa necessidade pode ser originária da insuficiência das brânquias para processar a oxigenação (IMBIRIBA et al., 1996; IMBIRIBA, 2001).

O aparelho reprodutor é anatomicamente singular, nas fêmeas consiste em apenas um ovário esquerdo, em posição látero mediana na cavidade abdominal; enquanto o macho apresenta os dois testículos, sendo o direito atrofiado, logo a funcionalidade restringe-se também ao testículo esquerdo (BARROS, 2002; IMBIRIBA, 2001).

É um animal que possui um estômago relativamente grande e um tubo digestório curto, característico dos peixes carnívoros. Sua alimentação é constituída, em ambientes naturais, por camarões, caranguejos e pequenos peixes dos gêneros *Prochilodus* (curimatã), *Anostomus* (acará), *Schizodon* (aracu), *Canthopomus*, *Sturiosoma*, *Tetragonopterus*, *Leporinus* (piauí comum), *Triportheus*, *Cichlasoma* (acará) e *Chalcinus*, e particularmente das subfamílias Loricariinae (cascudos e tamuatás) e Hypostominae, na proporção de 8 a 10% do seu peso vivo (AYALA, 1999; NEVES, 2000). Procura o alimento preferencialmente nos horários do

amanhecer e do entardecer, como a maioria dos peixes de água doce (ONO et al., 2004).

Apesar do pirarucu na natureza ter o hábito alimentar carnívoro, na piscicultura recebe rações comerciais diárias nos tanques de engorda, em forma extrusada, para maior aproveitamento pelo peixe e redução de custos, podendo alcançar até 10 kg no primeiro ano de vida (IMBIRIBA et al., 1996).

O pirarucu é um dos principais representantes da ictiofauna da bacia amazônica, que geograficamente tem as bacias dos rios Araguaia e Tocantins como afluentes (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2002). Vive em lagos e rios de pouca correnteza, preferencialmente em águas quentes, pretas e tranqüilas da Amazônia, não sendo encontrado em águas ricas em sedimento; ou seja, é uma espécie lacustre ou sedentária (AYALA, 1999; BARD; IMBIRIBA, 1986; IMBIRIBA, 2001).

Sua ocorrência dá-se nos cursos do rio Amazonas, desde o Orinoco (Guianas) até o Ucayali, no Peru (NEVES, 2000). No estuário amazônico, encontra-se nas ilhas do Marajó, Mexiana e Caviana, estado do Pará, e nas bacias do Médio e Baixo Araguaia e Tocantins (IMBIRIBA et al., 1996).

É uma espécie que se aclimatou aos açudes do Nordeste brasileiro; no Peru tem sido desenvolvidas pesquisas sobre sua reprodução e crescimento; e tem sido, também, criada racionalmente nas regiões Centro-oeste e em alguns locais da região Sudeste do Brasil, sem variadas elevações climáticas (IMBIRIBA, 2001).

2.2 PRODUÇÃO, RENDIMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DO PIRARUCU

No período compreendido entre os anos 1979 e 1999 mudanças ocorreram na distribuição da produção pesqueira do Brasil, onde a região Norte que tinha uma participação de 10,6% passou a contribuir com 27,8% do total, enquanto a região Sudeste que detinha 32,7%, passou a ter 16,6%, respectivamente naqueles anos de produção (IBAMA, 2001).

Venturieri e Bernadino (1999) afirmaram que o extrativismo é o responsável por grande parte dos pescados produzidos na região Norte, apesar da riqueza hídrica da região. Dessa forma, a estatística pesqueira dessa região, durante décadas, não teve registro sobre a captura total de desembarque em seus diferentes municípios. Somente em 1999, dados sobre a captura do pirarucu foram obtidos,

onde se verificou uma captura de 390 toneladas na região Norte, destacando-se o estado do Amazonas como maior produtor (Quadro 1) (IBAMA, 2001).

Quadro 1 Captura do Pirarucu na Região Norte - 1999

Estado	Captura de pirarucu (tonelada)
Amazonas	207,5
Rondônia	50,0
Tocantins	44,0
Amapá	33,0
Pará	28,5
Acre	27,5
Roraima	00,0
Total	390,5

Fonte: IBAMA (2001).

Em 2001, segundo dados do projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea, a produção desembarcada de pirarucu foi de 65,59 toneladas em 17 municípios dos estados do Amazonas e Pará (IBAMA, 2006).

No estado do Pará a atividade extrativista tem como espécies mais importantes, em sua maioria, a piramutaba e o tamuatá, por atenderem a demanda externa; as demais espécies visam basicamente suprir o mercado interno, visto que esse Estado ocupa o segundo lugar em relação ao consumo “per capita” na Região Norte, situando-se em 23 kg/ano, sendo ultrapassado somente pelo Amazonas, porém bastante superior à média nacional (5 kg/ano) (AMAZON FISH, 2002).

O município de Belém recebe pescado da frota industrial, que desembarca principalmente nos portos privados dos entrepostos de pescado, e da pesca artesanal, que desembarca nos portos públicos da cidade, onde a feira do Ver-o-Peso destaca-se em quantidade (IBAMA, 2002).

Nos anos de 2001, 2002 e 2003, a produção pesqueira comercializada no porto do Ver-o-Peso (Belém) foi de 9.294,6, 7.046 e 5.597 toneladas, respectivamente, considerando apenas espécies de água doce. Em 2003, um total de 11 espécies foi registrado, onde as quatro espécies mais importantes representaram 60,1%; a dourada sendo a espécie mais importante (32,4%), seguida da pescada (13,8%), piramutaba (8,9%) e mapará (5,0%). Esses dados tornam Belém o segundo município com maior desembarque de pescado dos estados do Amazonas e Pará (IBAMA, 2002; 2005; 2006).

Mesmo o pirarucu não sendo mencionado nas estatísticas pesqueiras de Belém, este peixe é a principal espécie de pescado da Amazônia, onde boa parte da sua produção é tradicionalmente comercializada na forma salgada e seca (Fig. 5). Do Amazonas é transportado para o estado do Pará e outros estados da região Nordeste, não entrando dessa forma nas pesquisas da produção (OLIVEIRA, 2007). Existem, também, outras espécies amazônicas utilizadas para salga, como a pescada gó, a pescada amarela, o mapará, dentre outros (SALGADO; RAMOS, 2005).



Fig. 5 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em feiras e supermercados da cidade de Belém.

Fonte: Arquivo pessoal

Em maio de 2011, através de um questionário aplicado aos vendedores de pirarucu salgado seco na feira do Ver-o-peso, na cidade de Belém, constatou-se que esse produto é originado de cidades paraenses, como Prainha, Alenquer e Santarém e do estado do Amazonas, destacando-se o município de Parintins; sendo que o peixe já vem salgado e não recebe ressalgas durante sua comercialização. Também se verificou que naquela feira é comercializado de 60 a 300 kg/mês/vendedor, sendo que nos períodos festivos religiosos, como Natal, Círio de Nossa Senhora de Nazaré e Semana Santa esse quantitativo pode triplicar, chegando até a uma tonelada. Um fato importante, do ponto de vista higiênico-sanitário, observado durante essa entrevista foi que 100% dos entrevistados armazenam seus produtos, no período noturno, embaixo das bancadas de

comercialização (móveis de madeira), em temperatura ambiente, e os lotes adquiridos ficam cerca de um mês para serem comercializados totalmente (dados do autor não publicados gerados a partir de seis entrevistados).

No século passado a pesca do pirarucu ocupou posição de destaque na economia pesqueira da Amazônia, onde o processo de salga desse peixe caracterizou uma época chamada “período de salga” (VERÍSSIMO, 1970). Após várias décadas, a captura artesanal em certas regiões da Amazônia não se modificou e o arpão ainda é o principal apetrecho utilizado durante a pesca, no momento em que o peixe realiza a respiração aérea (QUEIROZ; SARDINHA, 1999).

Com o passar dos anos a pesca predatória do pirarucu tem reduzido os estoques naturais, onde a substituição do arpão por redes de captura tem provocado sensível diminuição nos plantéis de produção, embora novas tecnologias pesqueiras já sejam usadas (IMBIRIBA et al., 1996).

Essa sobrepesca condicionou o estabelecimento de normas gerais, para o exercício da pesca do pirarucu na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, visando possibilitar a reprodução dessa espécie. Assim, fica proibida a captura, a comercialização e o transporte do pirarucu durante um determinado período, que recebe o nome de defeso, nos estados da região Norte. No Pará, esse defeso começa em primeiro de dezembro e termina em 31 de maio. Após esse período, a captura, a comercialização e o transporte devem atender as medidas de tamanho mínimo, como 1,50, 1,20 e 1,10 metros de comprimento total para o peixe inteiro, a manta inteira e para a manta seca, respectivamente (IBAMA, 2004).

Embora a piscicultura de peixes carnívoros não seja muito aconselhável devido ao baixo rendimento em função de cadeias alimentares, a do pirarucu torna-se muito promissora, pois esse peixe apresenta um extraordinário desenvolvimento ponderal, atingindo 10 kg em um ano de cultivo, grande rusticidade em ambiente tropical e boa qualidade da carne; também se podem aproveitar seus subprodutos de valor comercial, como o couro, que representa 10% do seu peso vivo, podendo ser utilizado para vestuário e acessórios; e as escamas e a língua para confecção de artesanato regional (IMBIRIBA, 1991; PANORAMA DA AQUICULTURA, 2002).

Quanto ao rendimento, Dias (1983) relatou que o pirarucu rendeu 57,8% em filé com pele, a partir de indivíduos capturados na natureza, com peso médio de 5,9 kg e comprimento entre 71 a 91 cm; já os exemplares maiores (peso em média 60 kg e comprimento entre 171 e 190 cm) o rendimento foi de 56,56%.

Também Imbiriba (2001) verificou o rendimento do pirarucu, descrevendo valores médios de 57,0% de carne (exemplares entre 30 e 40 kg), enquanto indivíduos com peso acima de 60 kg podem atingir rendimento de filé com pele de até 65% do peso vivo.

Em estudos realizados com pirarucu de piscicultura, Oliveira (2007) determinou um rendimento médio do filé sem pele de 41,41%, além de outros parâmetros de rendimento estudados (Quadro 1).

Em linhas gerais, esses rendimentos são superiores aos obtidos com o tambaqui (50,3%) e a piratininga (55,8%), e com várias espécies beneficiadas na indústria pesqueira do estado do Pará, como piramutaba e pargo (44%). Quando comparado com os rendimentos econômicos de diferentes atividades zootécnicas, o pirarucu supera aos búfalos, bovinos e ovinos em cerca de 40 vezes, no que tange aos valores de comercialização (Quadro 2) (IMBIRIBA et al., 1994).

Quadro 2 Rendimento do pirarucu de piscicultura.

Dados	CT(cm)	PT(g)	PFSP(%)	Pcab(%)	PV(%)	PPE(%)	Pcarc(%)
Média	97,55	7137,22	41,41	11,96	6,811	18,48	18,17
(dp)	(3,77)	(830,62)	(2,05)	(2,39)	(1,49)	(1,89)	(1,37)

Legenda: CT = comprimento total; PT = peso total; PFSP = peso do filé sem pele; Pcab = peso da cabeça;

PV = peso das vísceras; PPE = peso das peles e escamas; Pcarc = peso da carcaça; dp = desvio padrão.

Fonte: Oliveira (2007).

Quadro 3 Produtividade e rendimento econômico de diferentes espécies criadas racionalmente, em US\$1,00, em 01/02/1994.

Parâmetro	Pirarucu	Tambaqui	Búfalo	Bovino	Ovino
Produtividade (kg/ha/ano)	8.000	5.600	450	390	450
Rendimento de carne (%)	57*	50	50	52	43
Produtividade de carne (kg/ha/ano)	4.560	2.800	225	203	144
Valor unitário do kg (R\$1,00)	3,00	1,50	0,70	0,80	0,80
Valor de comercialização (R\$1,00)	16.680,00	4.200,00	157,50	162,40	115,20
Rendimento comparativo	100	30,70	1,15	1,18	0,84

*Observado em animais provenientes de ambientes naturais.

Fonte: Imbiriba et al. (1994).

A carne fresca do pirarucu é pouco consumida nos grandes centros de comercialização de pescado na Amazônia, e devido ao seu grande porte, rende várias postas que são salgadas através de um processo artesanal de salga e desidratação; também o consumo do produto congelado está aumentando consideravelmente (IMBIRIBA, 1991).

É um produto de grande valor comercial agregado da pesca artesanal paraense, ao ser salgado e conservado por vários meses, semelhante ao que é realizado com o bacalhau verdadeiro, daí a denominação “bacalhau brasileiro” (LOURENÇO et al., 2002) (Fig. 6). Em média, o produto salgado, é vendido por R\$ 26,15 o quilograma (preços variando entre R\$ 24,00 a R\$30,12/kg) (preços obtidos pelo autor em 2010).



Fig. 6 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em feiras livres, e em supermercados dentre outros produtos cárneos salgados, na cidade de Belém.

Fonte: Arquivo pessoal

Tem um valor nutritivo superior ao do bacalhau verdadeiro, onde as substâncias gordas e nitrogenadas possuem, respectivamente, para o pirarucu salgado e o bacalhau, 257,0 e 189,3 calorias por 100 gramas, enquanto que os valores energéticos são de 390,0 e 251,0 calorias por 100 gramas de matéria seca. Além disso, a carne desse peixe amazônico tem um teor de proteína superior às dos peixes salmão e sardinha, e carne bovina, quando submetidas ao processo de beneficiamento seco salgado (IMBIRIBA, 2001; IMBIRIBA et al., 1996).

Segundo Ono et al. (2004) além dos filés de pirarucu frescos e congelados, produtos salgado-secos e defumados (a frio ou a quente) têm despertado um enorme interesse de consumidores nacionais e internacionais, e sua carne de coloração naturalmente rósea e desprovida de espinhas é valorizada na região amazônica (R\$25,00 a R\$30,00/kg do filé) e no mercado externo. Desse modo, é muito promissor a possibilidade do pirarucu salgado-seco e preparado de forma similar ao bacalhau atingir o mercado latino-americano.

Realizou-se uma pesquisa relacionada com a aceitação da carne do pirarucu em diversas cidades do país (Belém, Recife, Brasília, Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba), onde degustações em restaurantes da alta gastronomia foram realizadas com aprovação unânime entre os “chefs” (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2010).

Em 2012, estará chegando aos mercados brasileiros, o pirarucu salgado, processado em uma fábrica na cidade de Marãã (médio Solimões, Estado do Amazonas); também já existem projetos para o enlatamento do pirarucu, ao estilo da sardinha e do atum, em fábricas situadas em Recife e na região Norte (Noronha Pescados), que já trabalham com o produto *in natura*, com certificação ambiental e exportação para os Estados Unidos (RIBEIRO, 2011).

2.3 ASPECTOS TECNOLÓGICOS DA SALGA DO PESCADO

A utilização da salga para conservação de pescado vem sendo realizada desde a civilização do Antigo Egito, a cerca de 4.000 anos a.C., e sua prática em geral tem se mantido sem grandes modificações (RIEDEL, 1992).

Essa tecnologia preserva o pescado, pois atua como agente desidratante, ao exsudar água; bacteriostático, ao inibir o crescimento da maioria dos microrganismos e inibidor enzimático, das enzimas endógenas do pescado e bacterianas (OGAWA; MAIA, 1999).

O processo de salga do pescado pode ser efetuado pela salga seca, em peixes de grande porte (espalmados em filés ou mantas); pela salga úmida, muito recomendada para peixes pequenos e gordurosos; e pela salga mista (BRESSAN; PEREZ, 2001).

Na salga seca, os peixes são empilhados em camadas alternadas de sal e peixe (30% de sal em relação ao peso da matéria prima); na salga úmida, o pescado permanece em tanques contendo salmoura saturada; e na salga mista, peixe e sal são acondicionados em camadas alternadas em tanques sem drenagem (proporção de sal igual ao da salga seca) (OGAWA; KOIKE, 1987). Adicionalmente, pode-se realizar a prensagem e a secagem natural ou artificial, para prevenir definitivamente a deterioração do pescado salgado, totalizando um período de processamento de 15 a 18 dias (BERTULLO, 1975).

Segundo Bressan e Perez (2001), em geral, independentemente do tipo de salga adotado, o processo é finalizado quando o equilíbrio osmótico é estabelecido entre a salmoura externa ao redor do pescado e a água interna do mesmo (próximo a 80%), com um conteúdo final de sal de até 17%, em períodos que variam de dois a 20 dias.

A qualidade das operações de salga e secagem do pescado depende da qualidade da matéria prima, do sal e da água utilizados, onde se deve considerar o índice de frescor dos peixes, o seu conteúdo de gordura, a espessura do músculo; além da pureza, concentração, granulometria e qualidade do sal e da água utilizada na salmoura (OGAWA; MAIA, 1999).

É comum encontrar nos mercados varejistas de diferentes países, produtos da pesca salgados e secos. Em Taiwan, tem-se a cavala (*Scomber australasicus*) (TSAI et al., 2005) e o “milkfish” (*Chanos chanos*) (HSU et al., 2009); na Índia, diferentes peixes dos gêneros *Scoliodon* spp. e *Thrissina* spp. (RAJAN, et al., 2010); na Turquia, a carpa (*Chalcalburnus tarichii*) (PATIR et al., 2006); na Noruega, o bacalhau (*Gadus mohua*) (VILHELSSON et al., 1997); e no Brasil, o pirarucu (*Arapaima gigas*) (LOURENÇO et al., 2008), na região Norte e o cação (*Squatina argentina*) e a abrótea (*Urophycis brasiliensis*), em Santa Catarina (BEIRÃO et al., 1996).

No Brasil, 30% dos peixes capturados é destinado para elaboração de produtos salgados, o que revela o hábito do brasileiro em consumir esse tipo de alimento, justificando, assim, a maximização de esforços no sentido de aperfeiçoar, ampliar e diversificar a indústria brasileira de pescado salgado (REALE, 1997).

Em várias regiões e núcleos pequenos do litoral brasileiro a salga é bastante difundida, pois além de preservar o peixe, substitui métodos sofisticados de conservação, principalmente em regiões desprovidas de energia elétrica, com

deficiência no sistema de transporte e dificuldade na comercialização do peixe fresco (BRESSAN; PEREZ, 2001).

Na região Norte do Brasil, o peixe salgado é um produto muito consumido; entretanto, não existem estatísticas de consumo *per capita*, pois grande parte do esforço de captura objetiva o consumo do peixe resfriado ou congelado, onde na ausência de sistemas de frio, o peixe é salgado sem nenhum processamento tecnológico adequado, comprometendo sua qualidade e sua conservação (IMBIRIBA et al., 1994).

Dias (1983) determinou que o tipo de salga mais adequada e eficiente para o pirarucu é a salga mista, utilizando sal na proporção de 30% (peso/peso) durante cinco dias. Entretanto, segundo Oliveira (2007), o pirarucu comercializado na forma de mantas salgadas e secas, é comumente salgado pelo método da salga seca, através de uma tecnologia artesanal, realizada até hoje pelos pescadores e ribeirinhos, ou seja, sem nenhum critério tecnológico.

Lourenço et al. (2002) ratificam que ainda se salgam pirarucu e dourado, com métodos que se usavam no tempo imperial, resultando em um produto da pesca com aspecto amarelado, teor de umidade elevada, intensa contaminação por fungos e cheiro amoniacal; e de acordo com Freitas Filho e Freitas (2002) com a alteração conhecida como vermelhão (Fig. 7 e 8).



Fig. 7 Mantas de pirarucu salgado seco comercializadas em uma feira livre em Belém.

Fonte: Arquivo pessoal



Fig. 8 Amostra de pirarucu salgado seco, com vermelhão, coletada em agosto de 2010, em uma feira livre em Belém.

Fonte: Arquivo pessoal

O processamento tecnológico artesanal de salga do pirarucu inicia-se com o corte longitudinal da carne, formando grandes “mantas”, que são subdivididas até a espessura de três a quatro centímetros; estas são estendidas e recebem sal de forma desuniforme, gerando produtos de baixa qualidade tecnológica (DIAS, 1983).

Oliveira (2007) elaborou filé de pirarucu salgado seco, com peixes de piscicultura, utilizando a salga seca, onde se adicionou 30% de NaCl por cinco dias, seguido de secagem artificial em estufa a 40°C/36 h oras (Fig. 9). Essas condições de processamento foram suficientes para o produto atingir umidade mínima (39,05%) e atividade de água (0,65) adequados para armazenamento em temperatura ambiente e boa qualidade.

Lourenço et al. (2008) também produziram pirarucu salgado seco, com exemplar da pesca artesanal, através da salga mista, com 30% de sal, seguido de cura na própria salmoura, por cinco dias em temperatura de refrigeração, seguido de drenagem e secagem em estufa a 60±5°C até umidade de 40% (Fig. 10); e constataram que esse produto apresentou-se, segundo o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos (pescado salgado seco), próprio para consumo, embora a alta contagem de bactérias halofílicas tenha comprometido a qualidade, reduzindo a validade comercial desse alimento para dois meses.

Lourenço et al. (2001) ao realizarem a salga da pescada-branca (*Plagioscion squamosissimus*) da Amazônia, através da salga mista (30% de sal), por sete dias de cura e secagem em secador solar experimental, por 15 horas, até umidade de 35,9%, obtiveram um produto dentro do padrão oficial de qualidade, apesar da presença de bactérias halofílicas e fungos.

Segundo Lourenço et al. (2002) a salga do pirarucu é habitualmente realizada logo após sua captura, onde o mesmo é descamado, eviscerado, manteado e recebe a primeira salga na própria embarcação, sem nenhum critério higiênico e tecnológico; também é comum a salga daqueles peixes que não foram comercializados frescos; ou ressalgas realizadas por diferentes atravessadores até a comercialização final, ressaltando a necessidade da implantação de unidades processadoras que apliquem medidas de controle sanitário.

Com o advento da piscicultura e a aceitação do pirarucu em outros mercados consumidores (São Paulo, Belo Horizonte, Goiânia, Brasília e Rio de Janeiro), o processamento industrial da salga será realizado, em 2012, em uma fábrica, no Estado do Amazonas, em parceria com uma empresa nordestina, que já beneficia e

exporta o pirarucu *in natura* e pretende também enlatá-lo, em parceria com grandes redes de mercados varejistas, como Pão de Açúcar, Carrefour e Walmart Brasil (RIBEIRO, 2011).

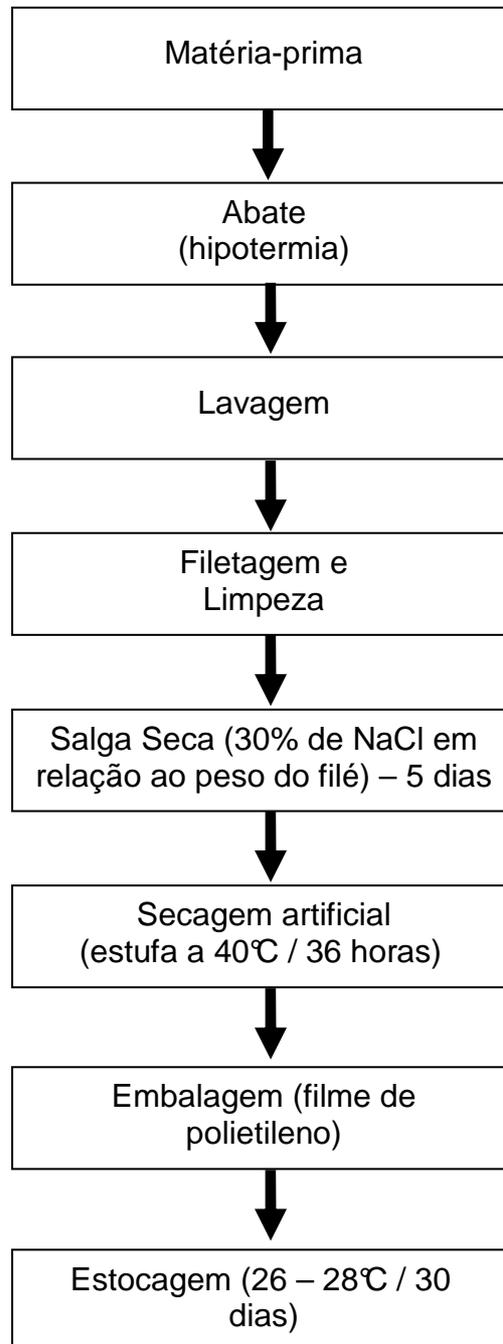


Fig. 9 Fluxograma do processo de salga e secagem do pirarucu, através da salga seca, realizado em laboratório, em indivíduos provenientes de piscicultura.

Fonte: Oliveira (2007).

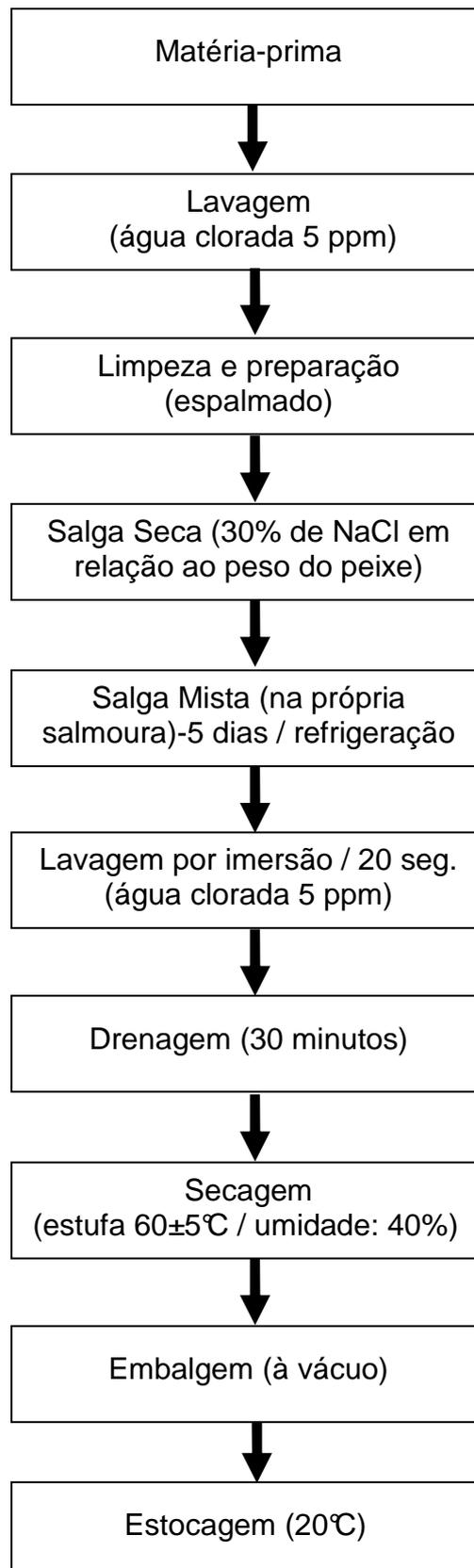


Fig. 10 Fluxograma do processamento de filé salgado e seco do pirarucu, através da salga mista, realizado em laboratório, em indivíduo oriundo da pesca artesanal.

Fonte: Lourenço et al. (2008)

2.4 ASPECTOS GERAIS DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO PEIXE SALGADO-SECO

O peixe salgado-seco é um produto relativamente estável, porém durante a conservação é possível a deterioração microbiológica e por rancidez oxidativa; e para evitar a condição imprópria para o consumo é importante que a embalagem proporcione uma barreira efetiva contra a umidade e a presença de oxigênio (GÜMÜŞ et al., 2008).

O efeito preservativo da salga é devido principalmente ao declínio da atividade de água, que previne o crescimento de muitos microrganismos deteriorantes, adicionalmente ao efeito tóxico dos íons cloretos (ABEROUMAND, 2010; GOULAS; KONTOMINAS, 2005). Vieira (2004) relatou que este efeito preservativo pode ser diminuído com a falta de cuidados higiênicos durante a manipulação e a exposição do produto em locais úmidos, possibilitando a contaminação do pescado por fungos filamentosos e bactérias, reduzindo o seu prazo de validade.

Embora o sal previna o crescimento da maioria das bactérias deteriorantes, outros microrganismos podem não ser afetados pela sua presença. Esses microrganismos tem sido convenientemente divididos em quatro grupos baseados na sua sensibilidade ao sal: halotolerantes, fracamente halofílicos, moderadamente halofílicos e extremamente halofílicos. Muitos microrganismos halotolerantes já foram isolados em peixes salgados (HERNÁNDEZ-HERRERO et al., 1999; VILHELMSSON et al., 1997). Em tubarão (*Scoliodon* sp.) e anchova (*Thryssa thryssa*) salgados, 83,8% das cepas bacterianas isoladas cresceram numa concentração salina de 3% de NaCl, sendo considerados moderadamente halofílicos (RAJAN et al., 2010).

Vários pesquisadores têm identificado e caracterizado a microbiota e a deterioração química em peixes salgados, como sardinhas (LAKSHMANAN et al., 2002); bacalhau (RODRIGUES et al., 2003); cavala (GOULAS; KONTOMINAS, 2005; TSAI et al., 2005); carpa (PATIR et al., 2006); peixe trilha (GÜMÜŞ et al., 2008); e em peixes anchovados (POMBO et al., 2009). Entretanto, em pirarucu salgado-seco, os estudiosos têm quantificado, em geral, somente a microbiota prevista em lei para pescado salgado seco, e a pesquisa dos parâmetros de

composição centesimal (GUIMARÃES et al., 1991; LOURENÇO et al., 2008; MOUCHREK FILHO et al., 2002; NORONHA et al., 2000; OLIVEIRA, 2007).

Nos parâmetros de qualidade regulamentados para pescado salgado e seco constam referências a alguns padrões microbiológicos, como Coliformes Termotolerantes, *Staphylococcus* Coagulase Positiva e *Salmonella* spp. (BRASIL, 2001b), e outros físico-químicos, como umidade, cinzas, cloretos (BRASIL, 1997a; 2001a) e histamina em peixe fresco (BRASIL, 1997b). Entretanto, sabe-se que esse tipo de alimento pode ser contaminado por microrganismos halófilos, clostrídios sulfitos redutores, além de fungos filamentosos e leveduras (BEIRÃO et al., 1996; ROSSONI, 1988); e apresentarem degradação de proteínas, aminoácidos e lipídios, o que leva a formação de Bases Voláteis Totais, Aminas Biogênicas e ranço oxidativo (HERNÁNDEZ-HERRERO et al., 1999; HSU et al., 2009; PATIR et al., 2006; TSAI et al., 2005).

Vieira (2004) ao estudar diferentes espécies de peixe salgado, comercializados na cidade de Fortaleza, identificou a presença de *Escherichia coli*, *Micrococcus* spp., *Moraxella* spp., *Acinetobacter* spp., *Pseudomonas* spp., *Sarcina* spp. e *Bacillus* spp. Beirão et al. (1996), em Santa Catarina, identificaram em cação e abrótea salgados altas contagens de mesófilos, fungos e halofílicos. Em estudo realizado sobre a qualidade do pirarucu consumido em Belém, Noronha et al. (2000) detectaram a presença de cepas toxigênicas de *Staphylococcus aureus*; e Lourenço et al. (2008) encontraram elevadas contagens de microrganismos halofílicos. Logo há necessidade de mais estudos para o monitoramento da qualidade higiênica e sanitária desse alimento.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 QUALIDADE DO PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ – BRASIL.

Enviado para a Revista do Instituto Adolfo Lutz.

3.2 PRESENÇA DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E DE PATÓGENOS EM PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO EM SUPERMERCADOS E FEIRAS DA CIDADE DE BELÉM, PARÁ.

Enviado para a Revista Brasileira de Ciência Veterinária.

3.1 QUALIDADE DO PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO NA CIDADE DE BELÉM, PARÁ - BRASIL

**Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) salgado seco
comercializado na cidade de Belém, Pará - Brasil**

**Quality of dry-salted pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) traded in Belém
city, Pará state - Brazil**

**Emilia do Socorro Conceição de Lima NUNES^{1*}, Robson Maia FRANCO², Eliane
Teixeira MÁRSICO², Monique da Silva NEVES³**

¹ Programa de Pós Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense – Rua Vital Brazil Filho, 64, 24.230-204, Niterói/RJ. Brasil

² Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Veterinária, da Universidade Federal Fluminense - Niterói/RJ. Brasil

³ Graduação em Medicina Veterinária, da Faculdade de Veterinária, da Universidade Federal Fluminense - Niterói/RJ. Brasil

RESUMO

Foi avaliada através de parâmetros microbiológicos e físico-químicos a qualidade e a composição centesimal do pirarucu salgado-seco na cidade de Belém, em 40 amostras obtidas no varejo durante um ano. Observou-se 46,99% ($\pm 3,71$), 18,82% ($\pm 1,91$), 7,31% ($\pm 4,98$) e 29,49% ($\pm 4,96$), respectivamente, de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, onde 75% das amostras apresentaram umidade acima do limite padrão. Os demais resultados físico-químicos observados foram: 0,73 ($\pm 0,04$) de Atividade de água (Aa), 14,60% ($\pm 1,94$) de cloretos, 21,44 mgN/100g ($\pm 9,76$) de Bases Voláteis Totais, 0,35 mg.kg⁻¹ ($\pm 0,12$) relativas a TBARS e não foi detectada produção de Aminas Biogênicas. Comparando-se as amostras obtidas no defeso (D) e Não-Defeso (ND) constatou-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para Aa e cloretos. Os resultados microbiológicos encontrados foram: 5,01, 5,67, 4,99 1,87 e 0,27, em log_{UFC}/g, respectivamente, para mesófilos, halofílicos, fungos, *Staphylococcus* Coagulase Positiva (SCP), Enterobacteriaceae viáveis, e 2,50, 2,82 e 2,15, em log_{NMP}/g, respectivamente, para *Enterococcus* spp., Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CTer). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para SCP e CT entre as amostras obtidas no D e ND; e para CTer entre as amostras obtidas em supermercados e feiras. Conclui-se que o pirarucu salgado-seco apresentou condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, caracterizando qualidade indesejável com conseqüente risco à saúde do consumidor.

Palavras chaves: Pirarucu, *Arapaima gigas*, qualidade, físico-químico, microbiológico.

ABSTRACT

Forty samples of dry-salted pirarucu traded in Belém city were tested to evaluate physical-chemical and microbiological quality. The mean of moisture, ashes, lipid, protein, Water activity (Wa), salt content, Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N), Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) and biogenic amines was 46,99% ($\pm 3,71$), 18,82% ($\pm 1,91$), 7,31% ($\pm 4,98$), 29,49% ($\pm 4,96$), 0,73 ($\pm 0,04$), 14,60% ($\pm 1,94$), 21,44 mgN/100g ($\pm 9,76$), 0,35 mg.kg⁻¹ ($\pm 0,12$) and none was detected, respectively. The values of moisture were above the maximum limit permitted by legislation in 75% of samples. A significant difference ($p < 0,05$) in Wa and salt content was observed between fishing “closed” and “no-closed” seasons. The microbiological average counted in all samples was 5,01 log_{CFU}/g of mesophilic bacteria, 5,67 log_{CFU}/g of moderate halophiles, 4,99 log_{CFU}/g of yeast and mold, 1,87 log_{CFU}/g of Positive *Staphylococcus* Coagulase (PSC), 0,27 log_{CFU}/g of enterobacteria, 2,50 log_{MPN}/g of *Enterococcus* spp., 2,82 log_{MPN}/g of Total Coliforms (TC) and 2,15 log_{MPN}/g of Thermo-tolerant Coliforms (TerC). PSC and TC showed significant differences ($p < 0,05$) in fishing “closed” and “no-closed” seasons and TerC in supermarket and retail market samples. We can conclude that dry-salted pirarucu commercialized in Belém city has unsatisfactory hygienic-sanitary quality and characterizes a potential risk to public health.

Key words: Pirarucu, *Arapaima gigas*, quality, physical-chemical, microbiology.

INTRODUÇÃO

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um peixe amazônico carnívoro de grande porte, sendo considerado o maior peixe de escamas do planeta¹. É um peixe que apresenta um rendimento médio de carne de 57%². Tradicionalmente é comercializado na forma salgada e seca, com a denominação de “bacalhau brasileiro” e apresenta grande importância econômica na Região Norte do Brasil³.

A pesca predatória do pirarucu tem reduzido os estoques naturais. Devido a sobrepesca, desde 2004, anualmente a pesca está proibida na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, caracterizando o período do defeso. No Estado do Pará o período do defeso começa em primeiro de dezembro estendendo-se até 31 de maio. Após esse período a captura, a comercialização e o transporte devem atender às medidas de tamanho mínimo, como 1,50, 1,20 e 1,10 metros de comprimento total, respectivamente, para o peixe inteiro, a manta inteira e para a manta seca⁴.

Em ensaios experimentais é comum elaborar filé de pirarucu salgado-seco, utilizando a salga seca ou a salga mista, com adição de sal em torno de 30% e secagens artificiais em estufas, com temperaturas e tempos padronizados (40°C/36 horas ou 60 \pm 5°C), até atingir um teor de umidade em torno de 40%. Essas

condições controladas de processamento geram produtos com qualidade suficiente para armazenamento em temperatura ambiente^{5,6}.

Entretanto, a salga do pirarucu ainda é realizada de modo artesanal, com as seguintes etapas: corte longitudinal da carne, formando grandes “mantas” (de três a quatro centímetros de espessura); adição do sal (de forma desuniforme), e secagem natural ao sol. Esse processamento acarreta excessiva manipulação, com elevado potencial de contaminação cruzada, podendo dar origem a produtos tecnologicamente desuniformes e com baixa qualidade³.

Em Belém a comercialização do pirarucu salgado seco é realizada ao longo de todo o ano, em grandes redes de supermercado e feiras livres, comumente sem embalagem, exposto à altas temperaturas e umidade típicos daquela região, e em condições higiênico-sanitárias precárias, embora apresente alto valor comercial. Esse produto apresenta aspecto, cor e textura culturalmente comparados aos do bacalhau, o que o caracteriza popularmente como o “bacalhau da Amazônia”. É consumido cozido após a dessalga e muito utilizado na culinária local.

A demanda por este peixe salgado em todo o Brasil e até no mercado exterior vem aumentando e tem incentivado a oficialização de fábricas de salga que processem esse peixe de forma padronizada e com qualidade atestada⁷.

Pouco se sabe sobre os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do pirarucu salgado seco e a extensão de tais reações. Estudos isolados pesquisaram a microbiota prevista em lei e alguns requisitos físico-químicos^{5,6,8,9}.

Em pescado salgado, embora o sal previna o crescimento microbiano, inúmeros microrganismos podem não ser inibidos na sua presença, podendo causar deterioração, perda de qualidade e risco a saúde coletiva^{10,11}.

Objetivou-se no presente estudo avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade do pirarucu salgado seco comercializados em grandes redes de supermercados e em feiras livres da cidade de Belém, estabelecer a composição centesimal do produto e comparar a qualidade durante os períodos do defeso e o não-defeso.

MATERIAL E MÉTODOS

Quarenta unidades amostrais de pirarucu salgado seco (500 g cada) foram obtidas em 13 supermercados e 27 feiras livres na cidade de Belém, por um período de um ano (março de 2009 a setembro de 2010), em seis coletas bimestrais, abrangendo o período do defeso (17 amostras) e o período do não-defeso (23 amostras). As amostras obtidas nas feiras estavam expostas à venda sem embalagem, sobre bancadas de madeira e em temperatura ambiente, enquanto aquelas oriundas de supermercados estavam, em sua maioria, embaladas em filme plástico, em superfície de fácil higienização (granito, aço inoxidável) e em temperatura climatizada. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos esterilizados, identificadas, embaladas em caixas de papelão e transportadas, por via aérea, no mesmo dia da coleta, para os laboratórios onde foram realizadas as análises, em Niterói, Rio de Janeiro.

Os procedimentos analíticos físico-químicos foram realizados, em duplicata, conforme os métodos analíticos oficiais descritos pelo Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA¹². Foi determinado o teor de Umidade e Voláteis a 105°C, Proteína pelo método de micro Kjeldahl, Lipídio pelo método de Soxhlet, Resíduo Mineral Fixo em mufla a 550°C, Bases Voláteis Totais pelo método de microdifusão (método de Conway) em amostras previamente dessalgadas¹³, Cloretos pelo método argentométrico (MÖHR), Atividade de Água (Aa) no aparelho “Pawkit” (Decagon Devices, Inc., USA), Aminoácidos Biogênicos (histamina, cadaverina e putrescina) pelo método de Cromatografia em Camada Delgada (CCD)¹⁴ com padrões de 2%, 3,5%, 5%, 7,5% e 10% de cada amina pesquisada e Ranço Oxidativo, que consistiu na determinação do número de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)¹⁵.

As análises microbiológicas foram realizadas, em duplicata, em conformidade com a Instrução Normativa nº 62 que estabelece os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água¹⁶. A enumeração de Coliformes Totais (CT), Coliformes Termotolerantes (CTer) e de *Enterococcus* spp., foi realizada pela técnica de miniaturização^{17,18}. Uma sub-amostra de 25 g foi homogeneizada em 225 mL de água peptonada a 0,1% (SSP), para obtenção das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} e realizaram-se as contagens de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas (em ágar padrão para contagem), de

fungos filamentosos e leveduras (em ágar batata dextrose, acidificado com ácido tartárico a 10% até pH 3,5), de Enterobacteriaceae viáveis (em ágar vermelho violeta bile glicose), de *Staphylococcus* Coagulase Positiva (em ágar Baird Parker) todos incubados a 37°C/48 horas, exceto fungos cuja incubação foi a 30°C/7 dias. Para Enterobacteriaceae viáveis as Unidades Formadoras de Colônias (UFC) típicas formadas foram confirmadas pelo teste de oxidase (oxidase negativa) e para *Staphylococcus* Coagulase Positiva foram confeccionados das UFC típicas esfregaço pelo método de coloração de Gram, para confirmar as características morfo-tintoriais das mesmas (cocos Gram positivos) e os testes de coagulase e catalase. Para a contagem dos microrganismos halofílicos a homogeneização foi realizada com outra sub-amostra de 25 g de pirarucu em 225 mL de solução fosfatada salina a 3% de NaCl, obtendo-se quatro diluições (10^{-1} a 10^{-4}), utilizou-se o ágar tripticase de soja com 3% de NaCl, e incubou-se a 37°C/5-12 dias em estufa DBO (demanda biológica de oxigênio).

O Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTer) foi realizado a partir das três diluições em água peptonada a 0,1% (SSP), de onde 100 µL foram utilizados para determinar o NMP através da técnica de miniaturização¹⁷, em “ependorfs”, com 1000 µL de caldo Fluorocult®, incubados a 37°C/48 horas. Foram considerados positivos para CT aqueles “ependorfs” cuja virada de cor do meio apresentaram-se azul e positivos para CTer os “ependorfs” com coloração azul que apresentaram fluorescência sob luz ultravioleta de 366 nm. As séries de “ependorfs” positivas foram calculadas através da tabela do NMP (Tabela de Mc Crady), multiplicado pelo fator de diluição intermediária e por 10 e divididos por 100 para obtenção do NMP/g. Para o NMP de *Enterococcus* spp. utilizou-se a mesma técnica de miniaturização com 1000 µL de Chromocult® Enterococci Broth¹⁸, incubados a 46°C/48 horas. Foram considerados positivos aqueles tubos cuja virada de cor do meio ficou azul e no esfregaço pelo método de Gram foram encontrados cocos Gram positivos. Todos os resultados foram transformados em $\log_{UFC/g}$ e $\log_{NMP/g}$ com o auxílio de uma planilha eletrônica do programa Excel.

Análise de variância (ANOVA) e teste de média (Newman-Keuls) foram realizados para determinar as diferenças entre as amostras oriundas de supermercados e feiras livres, e entre as amostras do defeso e não-defeso (5% de significância). Realizou-se estatística descritiva de todos os parâmetros estudados.

Análise de Regressão Linear Simples e Múltipla foi realizada para determinar a correlação entre as variáveis. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa BioEstat 2.0¹⁹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição centesimal do pirarucu salgado seco foram, em média, para umidade, cinzas, lipídios e proteína, respectivamente, de 46,99% \pm 3,71% (37,74% a 52,53%), 18,82% \pm 1,91% (13,98% a 23,39%), 7,31% \pm 4,98% (0,77% a 29,03%) e 29,49% \pm 4,96% (20,44% a 48,72%). Não foi observada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as amostras coletadas nas feiras e nos supermercados, e entre aquelas obtidas no período do defeso e não-defeso.

Resultados próximos aos obtidos nesse estudo foram descritos, em amostras de pirarucu salgado seco comercializados em Belém, com valores de 45,29% de umidade, 16,39% de cinzas, 7,39% de lipídios e 29,71% de proteína⁸. Entretanto valores expressivamente distintos para o mesmo produto de 52,99%, 2,24%, 12,9% e 21,15%, respectivamente, para umidade, cinzas, lipídios e proteína⁹ também são relatados pela literatura. Divergência de resultados, principalmente no que diz respeito ao teor de umidade e cinzas, pode estar associada ao processo artesanal de salga realizado no pirarucu comercializado em Belém, resultando em produtos com padrões tecnológicos e físico-químicos sem qualidade.

Em bacalhau (*Gadus morhua*) salgado e seco, na cidade do Rio de Janeiro, foi observado 47,21% de umidade e 23,26% de cinzas²⁰. Em Santa Catarina, foi determinado em cação (*Squatina argentina*) e em abrótea (*Urophycis brasiliensis*) salgados, respectivamente, 51,98% e 48,03% de umidade, 0,48% e 2,03% de lipídios, 23,20% e 23,17% de proteína²¹. Sobre esses dados, é importante ressaltar que entre distintas espécies de peixes pode haver diferenças fisiológicas na composição centesimal, entretanto os parâmetros umidade, cinzas e cloretos devem obedecer um padrão de qualidade para caracterizar o produto como salgado seco, fato relacionado com o processamento tecnológico de salga²².

Utilizando amostras de pirarucu proveniente de piscicultura⁶ e capturado na natureza⁵, foi realizada a salga em condições laboratoriais obtendo-se, respectivamente, teores de 39,05% e 40,00% de umidade, resultados expressivamente distintos dos observados nesse estudo. Estes dados reiteram que

um processo tecnológico padronizado e controlado resulta em parâmetros analíticos mais próximos do padrão.

Para produtos salgados é estabelecido oficialmente no Brasil um teor de umidade de até 45% para peixes magros e 40% para os gordos, teor de cloretos mínimo de 10%²³ e teor de cinzas de até 25%²⁴. Os resultados desta pesquisa demonstraram adequação ao regulamento quanto ao teor de cinzas e cloretos (TABELAS 1 e 2), apesar do processo de salga artesanal. Porém 75% (30/40) das amostras estavam acima do padrão preconizado para umidade para peixes magros, sendo 27,50% (11/40) oriundas de supermercados e 47,50% (19/40) de feiras, ressaltando-se ainda que 10 amostras (25%) estavam com valores iguais ou superiores a 50% de umidade, das quais oito obtidas de feiras livres.

A umidade relativa do ar na cidade de Belém, no período de obtenção das amostras, oscilou entre 60% a 84%²⁵, fato que pode ter propiciado o aumento da umidade do pirarucu salgado, pois alimentos conservados em ambiente com umidade relativa superior à sua atividade de água tenderão a absorver umidade do ambiente²⁶. Desse modo, constatou-se durante o período de obtenção das amostras que em 100% das feiras e em alguns supermercados, esse produto estava sendo comercializado em temperatura ambiente, sem nenhum tipo de embalagem, exposto a alta umidade relativa do ar da região, que aumentou durante o período chuvoso (defeso).

Os resultados referentes às análises físico-químicas, em pirarucu salgado seco, provenientes de supermercado e feiras livres e obtidos durante o período do defeso e do não-defeso estão demonstrados nas TABELAS 1 e 2.

TABELA 1 – Resultados das análises físico-químicas realizadas em pirarucu salgado seco comercializado em Supermercado (S) e Feiras (F)

Local coleta	n	Atividade de água	Cloretos (%)	N-BVT (mgN/100g)	TBARS (mg.kg ⁻¹)	AB (mg/100g)		
						H	P	C
S	13	0,71 ± 0,03 ^a (0,68 - 0,74) ^b	14,88 ± 2,05 (10,95 - 19,16)	18,60 ± 7,34 (5,67 - 29,61)	0,32 ± 0,08 (0,18 - 0,51)	nd	nd	nd
F	27	0,74 ± 0,05 (0,67 - 0,88)	14,46 ± 1,91 (11,49 - 18,83)	22,80 ± 10,59 (6,93 - 49,14)	0,37 ± 0,13 (0,20 - 0,65)	nd	nd	nd

n = número de amostras

AB = Aminoácidos Biogênicos

^amédia ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05)

^bvalor mínimo - máximo

N-BVT = Bases Voláteis Totais

H = Histamina

P = Putrescina

TBARS = ranço oxidativo

C = Cadaverina

nd = não detectado

TABELA 2 – Resultados das análises físico-químicas realizados em pirarucu salgado seco comercializado no período do defeso (D) e Não-Defeso (ND)

Período coleta	n	Atividade de água	Cloretos (%)	N-BVT (mgN/100g)	TBARS (mg.kg ⁻¹)	AB (mg/100g)		
						H	P	C
D	17	0,75 ± 0,04^{aA} (0,72 - 0,88) ^b	13,73 ± 1,66^A (10,95 - 16,72)	23,50 ± 9,80 (11,97 - 42,21)	0,37 ± 0,15 (0,18 - 0,65)	nd	nd	nd
ND	23	0,68 ± 0,01^B (0,67 - 0,69)	15,24 ± 1,92^B (11,51 - 19,16)	19,92 ± 9,67 (5,67 - 49,14)	0,34 ± 0,09 (0,20 - 0,55)	nd	nd	nd

n = número de amostras

N-BVT = Bases Voláteis Totais

TBARS = ranço oxidativo

AB = Aminoácidos Biogênicos

H = Histamina

P = Putrescina

C = Cadaverina

nd = não detectado

^amédia ± desvio padrão na mesma coluna com letras maiúsculas diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05)

^bvalor mínimo - máximo

Os níveis médios de Atividade de água (Aa), cloretos, Bases Voláteis Totais (N-BVT), ranço oxidativo (TBARS) e Aminoácidos Biogênicos (AB), em 40 amostras analisadas, foram, respectivamente, de $0,73 \pm 0,04$, $14,60 \pm 1,94\%$, $21,44 \pm 9,76$ mgN/100g, $0,35 \pm 0,12$ mg.kg⁻¹ e não foi observado descarboxilação de aminoácidos com consequente produção de aminoácidos biogênicos. Em todos os parâmetros avaliados não houve diferença estatística significativa (p<0,05) entre os locais de obtenção das amostras (TABELA 1). Entretanto, houve diferença estatística significativa para o teor de Aa (p<0,01) e cloretos (p<0,05), entre as amostras coletadas no defeso e não-defeso (TABELA 2). Nesse período do ano (não-defeso) os peixes comercializados possivelmente estavam recém-salgados, o que justificou uma menor Aa (0,68) e um maior teor de cloretos (15,24%).

Em pirarucu salgado e seco, processado em laboratório, foi encontrado 0,65 de Aa e 28,62% de cloretos⁶ e, em carpa salgada, os autores descreveram um teor de 24,63% de cloretos¹⁰, resultados estes que diferem dos apresentados nesse estudo. Entretanto, em bacalhau salgado e seco, do mercado varejista da cidade do Rio de Janeiro, foi verificado Aa semelhante aos valores obtidos neste estudo (0,73), apesar do maior teor de cloretos (19,43%)²⁰. Essas diferenças podem ser atribuídas à variedade de concentração de sal utilizada em cada processamento e aos diferentes períodos de estocagem dos produtos.

Quanto ao conteúdo de N-BVT, o valor médio observado foi de $21,44 \pm 9,76$ mgN/100g (5,67 a 49,14 mgN/100g). Como não é previsto pela legislação em vigor

um limite máximo para peixes de água doce, este valor foi comparado com os resultados descritos na literatura. Entretanto, três amostras obtidas em feiras e a maioria delas no defeso apresentaram valores de N-BVT expressivamente altos, com valores iguais ou superiores a 40 mgN/100g.

Embora não tenha sido possível obter informações sobre a qualidade inicial do pirarucu fresco e a tecnologia do processamento de salga seja desconhecida, acredita-se que esses fatores aliados a elevadas temperaturas de estocagens e ambientes de comercialização sem condições de higiene, podem ter contribuído para os altos valores de N-BVT encontrados em algumas amostras, pois a deterioração microbiana do pescado salgado aumenta gradualmente com o tempo de estocagem, mesmo com o efeito preservativo do sal, justificado pela ação enzimática e bacteriana²⁷.

Dados sobre o estudo de N-BVT em pirarucu salgado seco são limitados; entretanto, já foram citados níveis de N-BVT em pirarucu inteiro estocado em gelo, com valores de 6,65 mgN/100g no dia zero e 18,76 mgN/100g aos 36 dias de refrigeração; em filés de pirarucu (porção ventral) estocados a -18°C, com níveis de N-BVT de 6,81 mgN/100g no dia zero e 26,34 mgN/100g aos 150 dias de congelamento; e em filés de pirarucu defumados a quente e conservados a -18°C foi verificado 32,89 mgN/100g e 43,56 mgN/100g de N-BVT, respectivamente, nos dias zero e 150 de estocagem⁶. Em outros tipos de peixes salgados, como a cavala, foi encontrado teor médio de 10,93 mgN/100g e 40,42 mgN/100g de N-BVT, respectivamente, no dia zero e 30 dias da estocagem, em condições de processamento controladas²⁸; em carpa salgada, obtida em mercado varejista na Turquia, foi observado 55,40 mgN/100g¹⁰; em bacalhau salgado seco, observou-se em 20 amostras obtidas no mercado varejista da cidade do Rio de Janeiro, teor médio de 3,17 mgN/100g de N-BVT²⁰, caracterizando estabilidade da molécula aminoacídica; em cação e abrótea salgados e secos em condições laboratoriais, foi descrito valores de 29,35 mgN/100g e 33,20 mgN/100g, para o cação e 9,48 mgN/100g e 17,38 mgN/100g para a abrótea de N-BVT, respectivamente, na matéria prima *in natura* e aos oito dias após a salga²¹. Podemos inferir que as diferenças podem ser fundamentadas na não padronização do processo de salga, na qualidade inicial da matéria prima, condições fisiológicas das espécies e até nas condições de armazenamento.

Não foi encontrado na literatura dados sobre pesquisa de ranço oxidativo em pirarucu salgado-seco. Entretanto, os valores de TBARS encontrados neste estudo ($\sigma = 0,35 \text{ mg.kg}^{-1}$) foram maiores que aqueles detectados em pirarucu congelado a -18°C aos 150 dias de estocagem ($0,13 \text{ mg.kg}^{-1}$) e próximos aos dados obtidos em pirarucu salgado e defumado a quente ($0,29 \text{ mg.kg}^{-1}$ aos 150 dias de estocagem a -18°C)⁶; e menores que aqueles verificados em anchova salgada ($11,45 \text{ mg.kg}^{-1}$)²⁷ e em cavala salgada ($1,44 \text{ mg.kg}^{-1}$)²⁸, respectivamente, aos 30 dias e nove semanas de estocagem. Estudo realizado em bacalhau salgado seco obtido no mercado varejista do Rio de Janeiro evidenciou que 28,6% das amostras apresentaram ranço oxidativo²⁰. Pode-se inferir que o aumento da oxidação lipídica em produtos salgados e defumados deve-se à presença do sal ou por diferentes perfis de ácidos graxos em cada espécie de peixe estudada. Portanto, o pirarucu salgado-seco comercializado em Belém apresentou perda de qualidade devido a presença de rancificação.

Connell²⁹ apontou que teores acima de 1 - 2 mg de malonaldeído por quilograma de peixe já alteram atributos como textura e odor indicativos de deterioração. Entretanto, apesar do pirarucu salgado e seco comercializado em Belém apresentar valores de TBARS menores que $0,65 \text{ mg.kg}^{-1}$, 22,5% (9/40) das amostras apresentavam odor característico de rancificação, fato esse observado durante o preparo das amostras para as análises. Um fator importante a ser considerado é a possível complexação do malonaldeído com os produtos da decomposição protéica resultando na formação de compostos terciários da oxidação lipídica não reativas com o ácido tiobarbitúrico e na diminuição de TBARS em amostras de peixe salgado e estocado por longos períodos^{27,28,30}, podendo ser uma possível justificativa para os baixos índices de TBARS encontrados nas condições desse estudo em amostras de pirarucu salgado-seco.

Quanto à presença de Aminas Biogênicas (histamina, putrescina e cadaverina), as mesmas não foram detectadas nas amostras estudadas (TABELAS 1 e 2). Não existem relatos na literatura sobre a presença de Aminas Biogênicas (AB) em pirarucu *in natura* ou salgado. Pelo fato de ser uma espécie dulcícola, a histamina não tenha sido estudada; entretanto, estudo com as demais aminas poderiam caracterizar o estado de conservação das amostras em função da descarboxilação de outros aminoácidos por enzimas descarboxilases bacterianas.

Com relação à legislação, no Brasil somente a pesquisa de histamina está prevista em peixes marinhos *in natura* no músculo das espécies pertencentes às famílias Scombridae, Scombresocidae, Clupeidae, Coryyphaenidae e Pomatomidae³¹ até o nível máximo de 100 ppm (10 mg.100g⁻¹). Apesar de não estar prevista oficialmente para caracterizar o estado de conservação de peixes dulcícolas seja *in natura* ou salgado e seco, a pesquisa foi realizada em pirarucu salgado e seco, previamente dessalgado, pois a presença de Aminas Biogênicas (AB) reflete perda de qualidade devido a degradação de aminoácidos, e estudos realizados em produtos salgados correlacionaram AB com a presença de bactérias que descarboxilam aminoácidos, mesmo em elevada concentração de sal^{32,33}. Desse modo alguns pesquisadores relacionaram bactérias formadoras de histamina, como *Enterobacter cloacae* em cavala salgada³², *Enterobacter aerogenes* e *Citrobacter* sp. em “milkfish” salgado³³ e *Enterococcus* spp. em anchovas salgadas e fermentadas³⁴. É provável que esses dados justifiquem a não detecção de AB em pirarucu salgado seco, visto que o desenvolvimento de *Enterococcus* spp. e Enterobacteriaceae viáveis nesse produto foi insignificante (TABELA 3). Também a fase de secagem do pirarucu pode ter reduzido o desenvolvimento de bactérias formadoras de aminas, devido a diminuição da Aa, pois a Aa de 0,93 já é limitante para o crescimento de todos os microrganismos Gram-negativos, enquanto os cocos ainda podem crescer em torno de 0,85 de Aa¹¹.

Quanto aos resultados relativos aos parâmetros microbiológicos, os dados obtidos estão apresentados na TABELA 3. As contagens de mesófilos, halofílicos, fungos, *Staphylococcus* Coagulase Positiva (SCP), Enterobacteriaceae viáveis (EV), *Enterococcus* spp., Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTer), nas 40 amostras estudadas, foram, em média, de 5,01 log_{UFC}/g, 5,67 log_{UFC}/g, 4,99 log_{UFC}/g, 1,87 log_{UFC}/g, 0,27 log_{UFC}/g, 2,50 log_{NMP}/g, 2,82 log_{NMP}/g, 2,15 log_{NMP}/g, respectivamente. Não houve diferença estatística significativa (p<0,05) entre as amostras obtidas nos supermercados e nas feiras livres, e entre o período do defeso e não-defeso para as contagens de mesófilos, halofílicos, fungos, EV e *Enterococcus* spp. Entretanto, houve diferença estatística significativa (p<0,05) para SCP e CT entre as amostras obtidas no defeso e não-defeso; e para CTer entre as amostras obtidas nos supermercados e nas feira livres.

Em pescado salgado-seco os padrões microbiológicos regulamentados fazem referência somente a CTer, SCP e *Salmonella* spp.³⁵. Contudo, as contagens de

microrganismos indicadores vem sendo utilizadas para avaliar a qualidade de alimentos, devido às dificuldades encontradas na detecção de microrganismos patogênicos. Sendo assim, foi procedido contagem de mesófilos em pirarucu salgado-seco e observou-se que os resultados encontrados foram superiores àqueles obtidos por Guimarães et al.⁸ e por Mouchrek Filho et al.³⁶, respectivamente de 4,41 e $< 1,00 \log_{UFC}/g$, no mesmo produto. Todavia, contagens próximas as observadas no presente estudo foram descritas em outras espécies de peixe salgado, como em cação e abrótea, com valores de 5,59 e 5,60 \log_{UFC}/g de mesófilos, respectivamente²¹ e em peixe trilha salgado e embalado à vácuo a 4°C, com 5,70 \log_{UFC}/g de mesófilos³⁰. Esse grupo de microrganismos é comumente utilizado como indicativo de qualidade sanitária, fato constatado nas amostras de pirarucu salgado-seco, caracterizando-o como insalubre, visto que as bactérias patogênicas de origem alimentar crescem em temperatura de 37°C, fato este confirmado em outras pesquisas com peixes salgados (bacalhau, “milkfish” e cavala) que descreveram a presença de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*^{32,33,37}.

Quanto a contagens de bactérias halofílicas, os resultados encontrados nesse estudo corroboraram com os achados de Lourenço et al.⁵ e Salgado e Ramos⁹, respectivamente de 5,92 e 5,48 \log_{UFC}/g , em pirarucu salgado-seco comercializado em Belém. Essa contagem microbiana está, provavelmente, relacionada com as condições higiênicas do alimento, com a qualidade do sal utilizado durante o processo da salga, bem como alterações sensoriais na cor e no odor do pescado. Dessa forma, na presente pesquisa foi detectada alteração de cor denominada “vermelhão” e odor rançoso em 25% (10/40) das amostras pesquisadas, sendo nove delas oriundas de feiras livres. Essas alterações sensoriais também foram observadas em outros estudos realizados em pirarucu salgado seco na cidade de Belém^{5,38,39}.

TABELA 3 – Resultados das análises microbiológicas realizadas em pirarucu salgado seco

Análises	Local da coleta		Período da coleta	
	Supermercado	Feira	Defeso	Não-defeso
Mesófilos	4,73 ± 0,91 ^a	5,14 ± 1,02	4,83 ± 1,11	5,14 ± 0,91
(log _{UFC} /g)	(2,77 - 6,23) ^b	(3,17 - 6,75)	(2,77 - 6,46)	(3,41 - 6,75)
Halofílicos	5,75 ± 0,86	5,63 ± 1,31	5,58 ± 1,20	5,74 ± 1,17
(log _{UFC} /g)	(4,08 - 6,96)	(3,00 - 8,75)	(4,08 - 8,75)	(3,00 - 7,75)
Fungos	5,34 ± 0,89	4,87 ± 1,02	4,88 ± 0,81	5,12 ± 1,12
(log _{UFC} /g)	(4,05 - 7,08)	(2,60 - 6,60)	(3,41 - 6,00)	(2,60 - 7,08)
SCP	1,81 ± 2,54	1,90 ± 2,48	0,87 ± 1,69^A	2,61 ± 2,71^B
(log _{UFC} /g)	(0,00 - 6,69)	(0,00 - 7,05)	(0,00 - 5,18)	(0,00 - 7,05)
EV	0,82 ± 1,56	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,46 ± 1,23
(log _{UFC} /g)	(0,00 - 3,76)	(0,00 - 0,00)	(0,00 - 0,00)	(0,00 - 3,76)
<i>Enterococcus</i> spp.	1,96 ± 1,82	2,76 ± 1,32	2,74 ± 1,26	2,33 ± 1,70
(log _{NMP} /g)	(0,00 - 4,04)	(0,00 - 4,04)	(0,00 - 4,04)	(0,00 - 4,04)
CT	2,82 ± 0,73	2,82 ± 0,78	3,18 ± 0,63^A	2,56 ± 0,75^B
(log _{NMP} /g)	(1,48 - 3,66)	(1,48 - 4,04)	(1,60 - 4,04)	(1,48 - 4,04)
CTer	1,68 ± 0,80^A	2,38 ± 1,11^B	2,33 ± 1,14	2,02 ± 1,01
(log _{NMP} /g)	(0,00 - 2,36)	(0,00 - 4,04)	(0,00 - 4,04)	(0,00 - 4,04)

^amédia ± desvio padrão na mesma linha com letras maiúsculas diferentes são estatisticamente diferentes (p<0,05).

^bvalor mínimo – máximo

SCP = *Staphylococcus* coagulase positiva

EV = Enterobacteriaceae viáveis

CT = Coliformes Totais

CTer = Coliformes Termotolerantes

Com relação à pesquisa de fungos, todas as amostras apresentaram crescimento, com valores que variaram de 2,60 a 7,08 log_{UFC}/g. Não existem relatos na literatura desses microrganismos em pirarucu salgado-seco. Entretanto, em outros tipos de peixes salgados estudados, as contagens de fungos foram inferiores àquelas encontradas na presente pesquisa, como em carpa salgada (3,02 log_{UFC}/g de leveduras e 3,24 log_{UFC}/g de bolores)¹⁰ e em cação e abrótea (2,41 log_{UFC}/g em ambos)²¹. Sabe-se que os fungos são responsáveis pela deterioração de alimentos desidratados quando armazenados em condições inadequadas, e a presença desse

microrganismo em alimentos pode tornar-se um perigo à saúde coletiva devido a produção de micotoxinas.

A contagem de *Staphylococcus* Coagulase Positiva (SCP) em pirarucu salgado-seco no período do não-defeso foi significativamente maior ($p < 0,01$) que a contagem obtida no defeso. Esse período da comercialização (não-defeso) coincide com o período seco da região, com menores índices pluviométricos e conseqüentemente menor umidade relativa do ar. Possivelmente, uma manipulação inadequada favoreceu a contaminação cruzada por esse agente, que no período do não-defeso encontrou no pirarucu condições intrínsecas favoráveis para sua multiplicação. Franco e Landgraf²⁶ descreveram que os estafilococos constituem o principal grupo microbiano que habita a pele humana, podendo-se inferir que esses agentes possam ter sido transferidos para as amostras através do manipulador durante o preparo e comercialização, sendo considerado um perigo potencial a saúde coletiva, em função da possibilidade de produção da enterotoxina estafilocócica.

As contagens de Enterobacteriaceae viáveis (EV) e *Enterococcus* spp. foram realizadas nesse estudo visto que esses agentes são indicadores de contaminação fecal e possuem importância no controle de qualidade de alimentos. Desse modo, constatou-se um crescimento de EV quase nulo ($0,27 \log_{UFC}/g$), resultado que corroboram com os achados em anchovas salgadas ($< 0,40 \log_{UFC}/g$ no final da produção)²⁷. Contudo, a média de $2,50 \log_{NMP}/g$ de *Enterococcus* spp. encontrada na presente pesquisa foi maior que aquela observada em anchovas salgadas ($< 0,40 \log_{UFC}/g$)²⁷ e menor que os resultados verificados em carpa salgada ($3,38 \log_{UFC}/g$)¹⁰. Os *Enterococcus* spp. são bactérias que resistem as condições ambientais adversas e sobrevivem em alimentos dessecados e curados²⁶. Portanto são necessários mais estudos desse microrganismo em peixes salgados³⁴, dentre eles o pirarucu salgado-seco.

A média de CT no período de defeso foi significativamente maior ($p < 0,01$) que os resultados observados nas amostras obtidas no período do não-defeso. A média dos Cter das amostras coletadas nas feiras foi significativamente maior ($p < 0,05$) quando comparadas às obtidas em supermercados e ultrapassou o limite regulamentado para esse tipo de alimento que é de $2,00 \log_{NMP}/g$ ³⁵. O defeso é o período do ano onde a pesca do pirarucu está proibida e a comercialização do pirarucu salgado-seco somente é permitida desde que seus estoques sejam

comunicados ao órgão de fiscalização. Sendo assim, esses estoques ficam durante todo o defeso expostos por um período mais prolongado em condições ambientais adversas, como alta temperatura e elevada umidade relativa do ar; e as feiras foram os locais de comercialização do pirarucu salgado-seco, cujas condições de higiene e qualidade encontravam-se deficientes e precárias. Logo é possível sugerir que no período do defeso e nas feiras ocorreram recontaminações e manipulações excessivas desse peixe após a salga. Estes achados diferem daqueles encontrados em outros estudos com pirarucu salgado-seco, que apontaram ausência^{8,9} ou valores mínimos (0,75, <0,48 e 0,60 log_{NMP/g})^{5,36,39} de C_{Ter}, fato que pode se justificar em função do delineamento experimental do presente estudo ter sido mais abrangente, referente à quantidade de amostras analisadas, número diversificado de estabelecimentos comerciais visitados e obtenção das amostras por um período de um ano. Outros experimentos com peixe salgado pontuaram a presença desses agentes, como em carpa (3,20 log_{UFC/g} de coliformes)¹⁰, em cavala (<0,48 a 1,78 log_{NMP/g} de CT e <0,48 de *Escherichia coli*)³², em peixe trilha e embalado à vácuo a 4°C (4,24 log_{UFC/g} de coliformes)³⁰ e em “milkfish” (entre <0,48 a 3,81 log_{NMP/g} de CT e <0,48 a 3,34 log_{NMP/g} de *E. coli*)³³. Logo é possível afirmar que, apesar do efeito bacteriostático do sal, o pescado salgado pode apresentar uma considerável contaminação por coliformes, decorrente da manipulação inadequada, processamento sem higiene e condições ambientais de comercialização insatisfatórias; o que pode indicar a eventual presença de enteropatógenos²⁶.

Os resultados físico-químicos e microbiológicos foram correlacionados e estão demonstrados nas TABELAS 4 e 5. As correlações que apresentaram significância estatística na regressão linear simples foram entre CT, C_{Ter} e cloretos, e entre *Enterococcus* spp. e Atividade de água (Aa). Os coliformes foram os únicos microrganismos que tiveram o seu desenvolvimento inibido pela ação do sal, com significância estatística ($p < 0,05$), sendo que 22,06% e 11,49%, respectivamente, do crescimento dos CT e de C_{Ter}, foram explicados pela diminuição do teor de cloretos. Esses resultados estão concordantes com aqueles encontrados em “milkfish” salgado, que descrevem as maiores contagens de CT e *E. coli* nas amostras que apresentaram os menores teores de cloretos³³. Os *Enterococcus* spp. foram os microrganismos analisados que tiveram o seu crescimento influenciado pela Aa, estatisticamente significativa ($p < 0,05$), onde 30,67% do seu crescimento foi explicado

pelo aumento da Aa. A alta Aa também influenciou o aumento do crescimento de *Enterococcus* spp. em anchovas salgadas²⁷.

As correlações com significância estatística na regressão linear múltipla foram entre ranço oxidativo (TBARS), Bases Voláteis Totais (N-BVT) e alguns microrganismos estudados. Dessa forma, 34% da produção de TBARS em pirarucu salgado seco podem ser explicados por pelo menos um desses microrganismos encontrados: mesófilos e CT, com significância estatística ($p < 0,05$), sendo que os CT ($p = 0,0075$) foram os microrganismos que mais explicaram a produção do ranço oxidativo em pirarucu salgado seco. Estes dados estão de acordo com os descritos para peixe trilha salgado, onde foi verificado aos 11 dias de estocagem, uma maior concentração de TBARS e a mais alta contagem de coliformes³⁰.

Pelo menos um desses microrganismos estudados influenciou a produção de N-BVT ($p < 0,05$): mesófilos, CT e CTer, sendo que os CTer ($p = 0,0001$) seguidos dos CT ($p = 0,0003$) foram os microrganismos que mais explicaram a produção de N-BVT em pirarucu salgado seco, resultados esses que corroboram com aqueles encontrados em peixe trilha salgado, com altos níveis de N-BVT e contagens altas de mesófilos e coliformes, aos 11 dias de estocagem³⁰ e em carpa salgada, ao verificarem-se contagens significativas de mesófilos e coliformes e um nível médio de N-BVT de 55,40 mgN/100g¹⁰.

As contagens microbianas encontradas no pirarucu salgado-seco comercializado na cidade de Belém refletem um produto elaborado e comercializado em condições de higiene e sanidade insatisfatórias. Em média, a baixa Aa (0,73) e uma moderada concentração salina (14,60%) não foram suficientes para inibir o desenvolvimento de bactérias mesofílicas, moderadamente halofílicas, fungos, SCP e coliformes, apesar de que as EV e os *Enterococcus* spp. não encontrarem condições favoráveis para o seu crescimento. Nas feiras ocorreram as contagens máximas de mesófilos (6,75 log_{UFC}/g), de halofílicos (8,75 log_{UFC}/g), de SCP (7,05 log_{UFC}/g), de *Enterococcus* spp. (4,04 log_{UFC}/g), e de CT (4,04 log_{UFC}/g) e os produtos mais deteriorados (altos índices de N-BVT e TBARS), que confirmou as péssimas condições higiênico-sanitárias desse local de comercialização do pirarucu salgado-seco. Entretanto, as maiores contagens de fungos (máximo 7,08 log_{UFC}/g) foram verificadas nas amostras dos supermercados, o que possivelmente pode estar associada a uma contaminação ambiental e a menor Aa encontrada nesse local de varejo.

TABELA 4 - Regressão Linear Simples, p e R^2 entre Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTer) com Cloretos (Cl), e entre *Enterococcus* spp. (Ent) com Atividade de Água (Aa).

Fatores associados	Modelos de Equação
CT com Cl	$(Y_{CT}) = 5,4922 - 0,1829x_{Cl}$ ($p = 0,0026$; $R^2 = 22,06\%$)
CTer com Cl	$(Y_{CTer}) = 4,8590 - 0,1859x_{Cl}$ ($p = 0,0305$; $R^2 = 11,49\%$)
Ent com Aa	$(Y_{Ent}) = - 13,1238 + 20,6079x_{Aa}$ ($p = 0,0051$; $R^2 = 30,67\%$)

p = nível de significância ($p < 0,05$)

R^2 = Coeficiente de Determinação

CT, CTer. e Ent. em \log_{NMP}/g

TABELA 5 - Regressão Linear Múltipla, p , R e R^2 de Ranço Oxidativo (TBARS), Bases Voláteis Totais (N-BVT) com diferentes microrganismos estudados.

Fatores associados	Modelos de Equação
TBARS	$(Y_{TBARS}) = 1,48 - 0,12x_1 + 0,35x_2$ ($p = 0,0128$; $R = 0,58$; $R^2 = 0,34$)
N-BVT	$(Y_{BVT}) = - 2,61 + 0,02x_1 + 0,48x_2 + 0,66x_3$ ($p = 0,0000$; $R = 0,79$; $R^2 = 0,62$)

p = nível de significância ($p < 0,05$)

R = Coeficiente de Correlação Múltipla

R^2 = Coeficiente de Determinação

x_1 = Mesófilos em \log_{UFC}/g

x_2 = Coliformes Totais em \log_{NMP}/g

x_3 = Coliformes Termotolerantes em \log_{NMP}/g

CONCLUSÕES

É necessário uma padronização do processo de salga e um melhor controle de qualidade do pirarucu salgado seco para possibilitar a elaboração de produtos com teor de umidade uniforme e dentro do limite preconizado para produtos salgado seco.

Considera-se de fundamental importância um maior rigor nas etapas seguintes à salga do pirarucu salgado seco, como manipulação, armazenamento e exposição, em especial naquelas amostras comercializadas no período do defeso e nas feiras livres.

Ao considerarem-se os microrganismos viáveis observados em pirarucu salgado-seco e as alterações físico-químicas encontradas é possível afirmar que esse produto está sendo produzido em condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, que suas condições de conservação são precárias, caracterizando perda de qualidade e risco à saúde do consumidor.

Logo há necessidade de um maior controle e fiscalização pelos órgãos competentes, principalmente nas feiras livres e durante o período do defeso, visto que neste local de comercialização e neste período do ano, os resultados indicaram manipulação excessiva e sem higiene e recontaminações pós-salga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ono EA, Halverson MR, Kubitza F. Pirarucu. O gigante esquecido. Revista Panorama da Aquicultura. 2004; 14 (81): 14-25.
2. Imbiriba EP, Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. Acta Amazônica. 2001; 31 (2): 299-316.
3. Lourenço LFH, Amanajás CC, Sousa A, Vieira LL. Pirarucu salgado consumido em Belém tem baixa qualidade. Jornal Beira Rio. Belém: UFPA, 16 de junho de 2002.
4. Ibama. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº34 de 18 de junho de 2004. A prova as normas gerais para o exercício da pesca do pirarucu (*Arapaima gigas*) na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas e proíbe anualmente a captura, a comercialização e o transporte do pirarucu. Brasília, DF, 2004.
5. Lourenço LFH, Sousa CL, Silva IQ. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (*Arapaima gigas*) seco/salgado comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produto similar em laboratório visando estabelecer a vida de prateleira. Revista Higiene Alimentar. 2008; 22: 15-23.

6. Oliveira PR. Qualidade do pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados [tese de doutorado]. Manaus (AM): Universidade Federal do Amazonas; 2007.
7. Panorama da Aquicultura. 2010. Pirarucu cultivado. Carne surpreende chefs da alta gastronomia. Revista Panorama da Aquicultura [Internet]. 2010; 111 [acesso 2011 Abr 25]. Disponível em: [<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>].
8. Guimarães MCF, Oliveira MLS, Ferreira FAM, Pereira Filho LAR. Caracterização Química e Microbiológica do Pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado comercializado na cidade de Belém. VII Encontro de Profissionais de Química da Amazônia; junho de 1991; Belém: Resumo do encontro. p. 144-53.
9. Salgado HLC, Ramos RGS. Qualidade físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*), seco e salgado, comercializado no município de Belém [monografia de especialização]. Belém (PA): Universidade Estadual do Pará; 2005.
10. Patir B, Inanli AG, Oksuztepe G, Ilhak OI. Microbiological and chemical qualities of salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811). International Journal of Science & Technology. 2006; 1 (2): 91-8.
11. Rodrigues MJ, Ho P, López-Caballero ME, Vaz-Pires P, Nunes ML. Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. Food Microbiology. 2003; 20: 471-81.
12. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Portaria nº 01 de 07 de outubro de 1981. Aprova os métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II – Métodos Físico-Químicos. Brasília, 1981.
13. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Comercialização de Pescado Salgado e Pescado Salgado Seco: Cartilha Orientativa. Brasília: ANVISA/ABRAS. 2007. [Acesso 2010 Jan 08]. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/cartilha_bacalhau.pdf].
14. Schutz DE, Chang GW, Bjeldanes LF. Rapid thin layer chromatographic method for the determination of histamine in fish products. Journal Associations of Official Agricultural Chemists International. 1976; 59 (6): 1224-5.
15. Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT, Dugan LJr. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1960; 37: 44-8.
16. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Aprova os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água, Brasília, 2003.
17. Merck, 2002, modificado por: Franco, RM, Mantilla SPS. *Escherichia coli* em cortes de carne bovina (acém): avaliação de metodologia e sensibilidade de antimicrobianos aos sorovares predominantes. In: 14º Seminário de Iniciação Científica e Premio UFF Vasconcelos Torres de Ciência e Tecnologia; novembro de 2004; Niterói-Rio de Janeiro. 1º Lugar na área de Ciências Agrárias (em CD).

18. Merck, 2002, modificado por: Franco RM, Leite AMO. Enumeração e identificação de *Enterococcus* spp. e cepas de *Escherichia coli* patogênico em coxas de frango e estudo de atividade antimicrobiana das cepas isoladas. In: 15º Seminário de Iniciação Científica e Premio UFF Vasconcelos Torres de Ciência e Tecnologia; novembro de 2005, Niterói-Rio de Janeiro. Classificado entre os melhores trabalhos científicos da área de Ciências agrárias (em CD).
19. Ayres M, Ayres Jr. M, Ayres DL, Santos AS. BioEstat 2.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq; 2000.
20. Mársico ET, Silva C, Barreira VB, Mantilla SPS, Moraes IA. Parâmetros físico-químicos de qualidade de peixe salgado seco (bacalhau) comercializado em mercados varejistas. Revista do Instituto Adolfo Lutz. 2009; 68 (3): 406-10.
21. Beirão LH, Teixeira E, Nort E, Boing SMC. Salga de cação (*Squatina argentina*) e abrótea (*Urophycis brasiliensis*). Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos. Universidade Federal do Paraná – Curitiba. 1996; 14 (1): 25-32.
22. Brás A, Costa R. Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. Journal of Food Engineering. 2010; 100: 490-5.
23. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 52 de 29 de dezembro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Salgado e Peixe Salgado Seco. Brasília, 2001a.
24. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Decreto nº 3.691 de 29 de março de 1952, alterado pelos Decretos nº 1255 de 25 de junho de 1962, 1236 de 02 de setembro 1994, 1812 de 08 de fevereiro de 1996 e 2.244 de 04 de junho de 1997. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), Brasília, DF, 1997a.
25. Climatempo. Previsão do tempo na cidade de Belém, Pará. [Acesso 2010 Mai 15]. Disponível em: [http://www.climatempo.com.br/previsão-do-tempo/cidade/232/belem_para].
26. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia de Alimentos. São Paulo: Atheneu; 2008.
27. Hernández-Herrero MM, Roig-Sagués AX, López-Sabater EI, Rodríguez-Jerez JJ, Mora-Ventura MT. Total Volatile Basic Nitrogen and other Physico-chemical and Microbiological Characteristics as Related to Ripening of Salted Anchovies. Journal of Food Science. 1999; 64 (2): 343-7.
28. Goulas AE, Kontominas MG. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. Food Chemistry. 2005; 93: 511-20.
29. Connell JJ. Methods of assessing and selecting for quality. In: Control of Fish Quality. 2nd. ed. Oxford: Fishing News Books; 1990.
30. Gümüş B, Ikiz R, Ünlüsayın M, Gülyavuz H. Quality changes of salted red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) during vacuum packaged stored at + 4°C. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 2008; 2: 101-4.

31. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (inteiro e eviscerado). Brasília, 1997b.
32. Tsai Y, Lin C, Chang S, Chen H, Kung H, Wei C, et al. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan. *Food Microbiology*. 2005;22:461-7.
33. Hsu H, Chuang T, Lin H, Huang Y, Lin C, Kung H, et al. Histamine content and histamine-forming bacteria in dried milkfish (*Chanos chanos*) products. *Food Chemistry*. 2009; 114: 933-8.
34. Pombo CR, Mársico ET, Franco RM, Guimarães CFM, Cruz AMP, Pardi HS. Salted and fermented fish processes evaluation. *Food Science & Technology*. 2009; 44: 2100-05.
35. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasília, 2001b.
36. Mouchrek Filho VE, Chaar JS, Nascimento AR, Mouchrek Filho JE, Costa IS, Martins AGLA, et al. Avaliação Microbiológica do Pirarucu (*Arapaima gigas*) seco e salgado, comercializado nas feiras livres da cidade de Manaus – Amazonas. *Cadernos de Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão*. 2002; 13 (1): 14-21.
37. Almeida Filho ES, Sigarini CO, Valente AM, Andrade PF, Oliveira LAT, Franco RM, et al. Presença de microrganismos indicadores de condições higiênicas, e de patógenos em bacalhau saithe (*Pollacius virens*) salgado seco, comercializado no município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Veterinária*. 2004; 11 (3): 171-3.
38. Freitas Filho EL, Freitas J. A. Ocorrência de vermelhão em produtos salgados. *Revista Higiene Alimentar*. 2002; 16 (94): 50-4.
39. Noronha SLB, Vieira CMA, Freitas JA. Qualidade microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*) salgado distribuído ao consumo em Belém, Pará. *Revista de Ciências Agrárias*. 2000; 34: 139-42.

3.2 PRESENÇA DE BACTÉRIAS INDICADORAS DE CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E DE PATÓGENOS EM PIRARUCU (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) SALGADO SECO COMERCIALIZADO EM SUPERMERCADOS E FEIRAS DA CIDADE DE BELÉM, PARÁ

Presença de bactérias indicadoras de condições higiênico-sanitárias e de patógenos em Pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) Salgado Seco comercializado em supermercados e feiras da cidade de Belém, Pará

Emilia do Socorro Conceição de Lima Nunes^{1*}, Robson Maia Franco², Eliane Teixeira Mársico²; Eduardo Bruno Nogueira³, Monique da Silva Neves³

Indigenous bacteria and pathogens in dry salted Pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz, 1822) traded in Belém city, Pará state

¹ Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária (Doutorado) - Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. E-mail: emiliasclnunes@ig.com.br

² Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense. Rua Vital Brasil Filho, 64, 242230-340, Niterói, RJ.

³ Discente – Estágio Extracurricular. Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense.

* A quem enviar a correspondência: Emilia Nunes. E-mail: emiliasclnunes@ig.com.br

RESUMO

O pirarucu é um peixe da Amazônia de grande porte, comumente comercializado na forma de mantas salgadas e secas. Este estudo objetivou verificar a qualidade bacteriana do pirarucu salgado seco comercializado na cidade de Belém. *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR), *Bacillus* spp., *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. foram pesquisados em 40 amostras. Constatou-se a presença de CSR, de *Bacillus* spp., de *E. coli* e de *Salmonella* spp., respectivamente, em 32,5%, 62,5%, 30% e 25% das amostras estudadas. *Clostridium perfringens* foi confirmado em uma amostra, o que caracteriza perigo de intoxicação alimentar, pois essas bactérias são formadoras de esporos e podem persistir nos alimentos quando a maioria dos microrganismos entéricos já foi destruída. Conclui-se que o pirarucu salgado seco comercializado na cidade de Belém apresentou condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, devido a presença de bactérias patogênicas e toxigênicas, que indicam contaminação fecal e pelo solo, manipulação não-higiênica, recontaminação pós-processamento e armazenamento inadequado, o que torna este alimento impróprio para o consumo humano, por não atender aos padrões microbiológicos previsto na legislação brasileira e por acarretar risco à saúde do consumidor.

Palavras chaves: Qualidade, *Arapaima gigas*, peixe salgado seco, bactérias patogênicas e toxigênicas.

ABSTRACT

The *Arapaima gigas* is a large fish from Brazil's Amazonas, being sold in dried salt pieces. The bacterial quality was studied through 40 samples dry salted pirarucu sold in Belém city, in relation to the indicators of microorganisms, hygiene and sanitary conditions and pathogenic bacteria. Sulfite Reduction *Clostridium* (SRC), *Bacillus* spp., *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. were isolated in 32.5%, 62.5%, 30% and 25% of the samples studied, respectively. *Clostridium perfringens* was confirmed in a sample. We can conclude that dry-salted pirarucu commercialized in Belém city showed inadequate sanitary conditions due to the presence of toxigenic and pathogenic bacteria that indicates fecal and soil contamination, inadequate manipulation, post-processing recontamination and improper storage. This fish was in disaccord with the official standard and characterizes a potential risk to public health.

Keywords: Quality, *Arapaima gigas*, dry-salted fish, toxigenic and pathogenic bacteria.

INTRODUÇÃO

O pirarucu pertence à ordem Osteoglossiformes, família Osteoglossidae, gênero *Arapaima* e espécie *A. gigas* (AYALA, 1999). É denominado o gigante das águas amazônicas que impressiona pelo seu exuberante porte e beleza e há muito tempo desfruta de renome internacional devido as mantas salgadas que no passado fluíram com grande frequência para os mercados europeus (ONO et al., 2004).

No estado do Pará a atividade extrativista tem como espécies mais importantes, em sua maioria, a piramutaba e o tamuatá, por atenderem a demanda externa; as demais espécies visam basicamente suprir o mercado interno (AMAZON FISH, 2002). Mesmo o pirarucu não sendo mencionado nas estatísticas pesqueiras da cidade de Belém, é a principal espécie da Amazônia e boa parte da sua produção é tradicionalmente comercializada na forma salgada e seca (OLIVEIRA, 2007).

A carne fresca do pirarucu é pouco consumida nos grandes centros de comercialização de pescado na Amazônia, e devido ao seu grande porte, rende várias postas que são salgadas através de um processo artesanal de salga e desidratação (IMBIRIBA, 1991). É um produto de grande valor comercial agregado da pesca artesanal paraense ao ser salgado e conservado por vários meses, semelhante ao processo que origina o bacalhau verdadeiro, desta forma, a denominação “bacalhau brasileiro” (LOURENÇO et al., 2002). Em média, o produto salgado, é vendido por R\$ 26,15 o quilograma, com preços que variam entre R\$ 24,00 a R\$30,12/kg, segundo dados obtidos pelo autor em 2010.

O pirarucu possui um valor nutritivo superior ao do bacalhau verdadeiro e apresenta um teor de proteína superior às dos peixes salmão e sardinha, e carne bovina, quando submetidas ao processo de beneficiamento seco salgado (IMBIRIBA, 2001; IMBIRIBA et al., 1996).

Segundo Ono et al. (2004) além dos filés de pirarucu frescos e congelados, produtos salgado-secos e defumados (a frio ou a quente) têm despertado um enorme interesse de consumidores nacionais e internacionais, por razões inclusive relacionadas a coloração da carne, naturalmente rósea e desprovida de espinhas, fatores que valorizam o produto tanto na região amazônica (R\$25,00 a R\$30,00/kg do filé) como no mercado externo. Desse modo, é promissor a possibilidade do pirarucu salgado-seco, preparado de forma similar ao bacalhau verdadeiro, atingir o mercado latino-americano.

É comum encontrar nos mercados varejistas de diferentes países, produtos da pesca salgados e secos. Em Taiwan, tem-se a cavala (*Scomber australasicus*) (TSAI et al., 2005) e o “milkfish” (*Chanos chanos*) (HSU et al., 2009); na Índia, diferentes peixes dos gêneros *Scoliodon* spp. e *Thrissina* spp. (RAJAN, et al., 2010); na Turquia, a carpa (*Chalcalburnus tarichii*) (PATIR et al., 2006); na Noruega, o bacalhau (*Gadus mohua*) (VILHELSSON et al., 1997); e no Brasil, o pirarucu (*Arapaima gigas*) (LOURENÇO et al., 2008), na região Norte e o cação (*Squatina argentina*) e a abrótea (*Urophycis brasiliensis*), em Santa Catarina (BEIRÃO et al., 1996).

No Brasil 30% dos peixes capturados são destinados à elaboração de produtos salgados, o que revela o hábito do brasileiro em consumir esse tipo de alimento, justificando assim a maximização de esforços no sentido de aperfeiçoar, ampliar e diversificar a indústria brasileira de pescado salgado (REALE, 1997).

Segundo Lourenço et al. (2002) a salga do pirarucu é habitualmente realizada logo após a captura, sendo descamado, eviscerado, manteado e, na própria embarcação, submetido a uma primeira etapa de salga, sem nenhum critério higiênico-sanitário e tecnológico; também é comum na região a salga daqueles peixes que não foram comercializados frescos; ou ressalgas realizadas por diferentes atravessadores até a comercialização final, ressaltando a necessidade da implantação de unidades processadoras que apliquem medidas de controle sanitário.

Na cidade de Belém o pirarucu salgado seco é comumente comercializado em feiras livres sem nenhum tipo de embalagem, sobre bancadas de madeira e em temperatura ambiente, enquanto na maioria dos supermercados o mesmo está acondicionado em bandejas de polímero expandido revestido com filme plástico, sobre superfície de fácil higienização (granito, aço inoxidável) e em temperatura climatizada.

Mesmo com o efeito bacteriostático do sal e menor atividade de água encontrada em pescado salgado, caso os critérios higiênico-sanitários não sejam atendidos dentro da produção e comercialização desse tipo de alimento, é possível ocorrer a contaminação e a multiplicação de bactérias indicadoras de higiene, assim como a proliferação de microrganismos patogênicos.

Sendo assim, ao considerar-se o processo de salga artesanal do pirarucu e as condições de comercialização, objetivou-se com esse estudo pesquisar a presença de microrganismos indicadores de condições higiênico-sanitárias e de bactérias patogênicas em pirarucu salgado seco no comércio varejista da cidade de Belém.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas bimestralmente, no período de um ano (março de 2009 a setembro de 2010), 40 amostras de porções de pirarucu salgado seco (500 g cada) em supermercados e feiras livres da cidade de Belém. Todas as amostras obtidas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas, por via aérea, no mesmo dia da coleta, para o Laboratório de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal, da Faculdade de Veterinária, da Universidade Federal Fluminense, em Niterói, Rio de Janeiro.

As análises microbiológicas foram realizadas segundo a Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) e a determinação de *Escherichia coli* foi realizada através da técnica de miniaturização segundo metodologia descrita no manual Merck (2002) modificado por Franco e Mantilla (2004).

Para os procedimentos analíticos foram obtidas duas subamostras de 25 gramas, sendo uma homogeneizada em água peptonada a 0,1% (SSP) e outra em água peptonada tamponada (para *Salmonella* spp.), em homogeneizador peristáltico (Seward®), velocidade normal, durante 60 segundos. Após os preparos das

diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em SSP 0,1% foram realizadas, em duplicata, as seguintes análises: contagem de *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR), *Clostridium perfringens* e de *Bacillus* spp. e Número Mais Provável (NMP) de *Escherichia coli*.

A contagem de CSR foi realizada em ágar sulfato polimixina sulfadiazina, incubada em anaerobiose (método da passivação do cobre), por 46°C/48 horas e das UFC típicas foram confeccionados esfregaços que foram corados pelo método de coloração de Gram, para confirmar as características morfo-tintoriais (bastonetes Gram positivos retos esporulados ou não), em seguida procederam-se testes bioquímicos para confirmação de *Clostridium perfringens*: teste da fermentação tempestuosa, teste de motilidade e de redução do nitrato, fermentação da lactose e liquefação da gelatina e fermentação da rafinose.

A contagem de *Bacillus* spp. foi procedida em ágar polimixina gema de ovo vermelho de fenol, incubada a 37°C/48 horas e pelo menos três UFC típicas foram utilizadas para confecção de esfregaços que foram corados pelo método de coloração de Gram, para confirmar bastonetes Gram positivos curtos com a presença de esporos ou não.

Para a determinação do NMP de *Escherichia coli* utilizou-se 100 µL de cada diluição que foram semeados em série de três “ependorfs”, contendo 1000 µL de caldo Fluorocult® e incubados a 37°C/48 horas. Foram considerados positivos aqueles “ependorfs” cuja virada de cor do meio apresentou-se azul, com fluorescência sob luz ultravioleta e positivo no teste do indol (adição do reativo de Kovacs). As séries de tubos positivos foram calculadas através da tabela do NMP (Tabela de Mc Crady).

Para a pesquisa de *Salmonella* spp., após homogeneização em água peptonada tamponada, as amostras foram incubadas a 37°C/24 horas para obter-se o enriquecimento não seletivo. O enriquecimento seletivo foi realizado em caldo selenito-cistina e Rappaport Vassiliadis, incubados a 37°C e 41°C/24 horas, respectivamente. Para o isolamento seletivo e observação das características morfo-coloniais foi utilizado os meios cromogênico ágar Rambach ® (Merck ® n° 7500), Agar Xilose Lisina Descarboxilase (XLS) e ágar verde brilhante vermelho de fenol lactose sacarose (BPLS), todos incubados a 37°C/24 horas. UFC típicas de cada ágar foram repicadas em ágar inclinado “Triple Sugar Iron” (TSI) e “Lisina Iron Agar” (LIA), incubados a 37°C/24 horas. Das UFC com reações típicas na bioquímica preliminar (ágar TSI e LIA) realizou-se a sorologia com soro somático polivalente O.

Todos os resultados foram comparados com os padrões de identidade e qualidade vigentes (BRASIL, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 1 estão inseridos os resultados das análises bacterianas de 40 amostras de pirarucu salgado seco. Constatou-se a presença de bactérias esporuladas aeróbias e anaeróbias e de enterobactérias que podem indicar, em linhas gerais, contaminação fecal, manipulação não-higiênica, recontaminação pós-processamento e armazenamento inadequado. Das amostras analisadas, 32,5% (13/40) estavam impróprias para o consumo humano, de acordo com o que é preconizado pela legislação vigente (BRASIL, 2001), como limite legal para *Salmonella* spp. e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), para peixes salgado seco.

A porcentagem de amostras que apresentam crescimento de colônias típicas de *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR) foi de 32,5% (13/40), com contagens que variaram de $1,00 \times 10^1$ a $2,00 \times 10^3$ UFC/g; sendo que uma amostra teve confirmação para *Clostridium perfringens* ($1,25 \times 10^2$ UFC/g). Na legislação brasileira (BRASIL, 2001) consta limite de CSR somente para produtos cárneos crus e cozidos, refrigerados, congelados, embutidos, patês, sanduiches e pratos prontos para o consumo, em limites que variam de 3×10^2 a 3×10^3 . Entretanto, em pescado salgado alguns pesquisadores revelaram a presença desses agentes bacterianos. Assim, em pirarucu salgado seco comercializado na cidade de Belém, Guimarães et al. (1991) encontraram contagens de 1×10^2 a $1,2 \times 10^3$ UFC/g (média de $5,10 \times 10^2$) de CSR, próximos aos valores detectados no presente estudo, e Lalitha e Surendran (2002) observaram *C. botulinum* em 48% das amostras de camarão salgado-seco estudadas. Porém, Lourenço et al. (2001) e Mouchrek Filho et al. (2002) não detectaram esses agentes em pescada-branca salgada seca e em pirarucu salgado seco, respectivamente. A presença de *Clostridium perfringens* em produtos de origem animal se reveste de importância, pois o mesmo tem sido responsabilizado por vários surtos de intoxicação alimentar, envolvendo principalmente produtos cárneos, pois essas cepas podem ser encontradas em solo, água, alimentos, poeira, especiarias (OLIVEIRA et al., 1994) e trato intestinal dos seres humanos e de outros animais (FORSYTHE, 2002; VIEIRA, 2004). Como as bactérias do gênero

Clostridium estão amplamente distribuídas na natureza e dentre este gênero, o *Clostridium perfringens* tem importância como agente etiológico de doenças alimentares, pode-se afirmar que o pirarucu salgado seco consumido na cidade de Belém possivelmente teve contato, em algum momento, com contaminação fecal e manipulação inadequada durante o seu processamento tecnológico e armazenamento. Apesar do isolamento de pequenas quantidades de *C. perfringens* nas amostras estudadas, o perigo de intoxicação alimentar pode existir, pois essas bactérias são formadoras de esporos e podem persistir nos alimentos quando a maioria dos microrganismos entéricos já foi destruída.

Uma porcentagem de 62,5% (25/40) das amostras apresentou crescimento de *Bacillus* spp. acima de 5×10^2 UFC/g, limite mínimo preconizado pela legislação (BRASIL, 2001) para alimentos prontos para consumo e alguns alimentos de origem animal (alimentos infantis e produtos lácteos). Entretanto, como essa bactéria esporulada tem ampla distribuição ambiental (poeira, solo, cereais, água), a mesma pode ser isolada prontamente de uma ampla variedade de alimentos, desde que as condições de higiene sejam insatisfatórias. Sua presença em altas contagens pode ser um risco potencial ao consumidor, devido a subsequente produção de toxinas associadas com intoxicação alimentar (FRANCO e LANDGRAF, 2008). Em pirarucu salgado seco nenhuma pesquisa sobre qualidade microbiológica foi realizada quanto a contaminação por *Bacillus* spp. Porém, em diferentes pescado salgado, esse gênero bacteriano, tem sido isolado, como em “milkfish” (HSU et al., 2009); em camarão seco utilizados para elaboração do acarajé na cidade de Salvador (LEITE et al. 2000) e em alimentos comercializados na cidade de São Paulo (HANASHIRO et al., 2005). São necessários mais estudos desse patógeno, referentes a confirmação da espécie *B. cereus* em pirarucu salgado seco.

Escherichia coli esteve presente em 30% (12/40) das amostras, com valores que variaram entre 40 e 930 NMP/g, provavelmente originada das precárias práticas de higiene durante o processamento e comercialização do pirarucu salgado seco. Não existe padrão oficial para *E. coli* na legislação brasileira, somente para coliformes termotolerantes, cuja bactéria é a principal representante. Logo, ao considerar-se o limite de 10^2 UFC/g (100 NMP/g) para coliformes a 45°C estabelecido por lei (BRASIL, 2001), para pescado salgado seco, 10% (10/40) das amostras de pirarucu salgado seco avaliadas estavam impróprias para o consumo, o que sugere condições higiênicas insatisfatórias, devido contaminação microbiana de

origem fecal e a eventual presença de microrganismos patogênicos, visto que diversas linhagens de *E. coli* são comprovadamente patogênicas para os humanos, de acordo com Franco e Landgraf (2008). Em alguns países, como Taiwan, está regulamentado um limite de até 50 NMP/g de *E. coli*, segundo Hsu et al. (2009). Em diferentes produtos da pesca salgados foi encontrado *E. coli*. Em “milkfish” seco foi detectado uma proporção de <3 a 2200 NMP/g (HSU et al., 2009), valores maiores do que os encontrados no presente estudo. Em alimentos comercializados na cidade de São Paulo, Hanashiro et al. (2005) detectaram este patógeno em 22,5% das amostras. Tsai et al. (2005) não encontraram *E. coli* em estudo com cavala salgada em Taiwan. O pirarucu salgado seco é desidratado por exposição ao sol (secagem natural) por vários dias e, em seguida, estocado em temperatura ambiente, o que facilita contaminações cruzadas, e permite o acesso e multiplicação microbiana nesse alimento. Portanto, o manuseio não higiênico ou o processamento inadequado do pirarucu salgado seco resultou em uma precária qualidade microbiológica desse alimento observada nesse estudo.

Quanto a presença de *Salmonella* spp., 25% (10/40) das amostras analisadas de pirarucu salgado seco estavam positivas, portanto, em desacordo com o limite padrão preconizado na legislação brasileira (BRASIL, 2001), e com os resultados relatados em outros estudos realizados na cidade de Belém, onde os autores não detectaram esse patógeno no mesmo pescado (GUIMARÃES et al., 1991; LOURENÇO et al., 2008; SALGADO e RAMOS, 2005). Outros autores em estudo com pescado salgado seco não constataram a presença de *Samonella* spp., como em diversas espécies de peixe seco no Paquistão (AZAM et al., 2003); em pescada-branca salgada seca (LOURENÇO et al., 2001) e em anchovas salgadas (POMBO et al., 2006). Porém, os resultados do presente estudo estão concordantes com os achados de Leite et al. (2000) que detectaram esse patógeno em amostras de camarão seco utilizados no preparo do acarajé na cidade de Salvador. O que demonstra que em pescado salgado o desenvolvimento desse agente bacteriano é plenamente possível.

Uma maior concentração de sal nos alimentos processados poderia interferir no crescimento bacteriano, principalmente em relação as bactérias associadas com deterioração, que ficam injuriadas, muitas morrem ou tem seu crescimento interrompido. Entretanto, Vilhelmsson et al. (1996) afirmaram que em bacalhau salgado a microbiota predominante consiste em dois tipos, no estágio inicial de salga

observam-se bacilos Gram-negativos e no estágio de secagem predominam cocos Gram-positivos. Rajan et al. (2010) observaram que 87,5% dos isolados encontrados em *Sooliodon* sp. salgado caracterizaram-se como cocos Gram positivos e 95,5% dos isolados em anchovas salgadas foram considerados bastonetes Gram positivos.

Desse modo, o pirarucu salgado seco comercializado em Belém apresentou uma microbiota diversificada, com a presença de bacilos Gram positivos e negativos, como as encontradas no presente estudo e com a presença de cocos Gram positivos (resultados de outro estudo), caracterizando perda de qualidade, insatisfatórias condições higiênico-sanitárias e atuando como um potencial veiculador de microrganismos patogênicos para os humanos, o que evidencia deficiências em algumas etapas do processamento ou na conservação do produto final, que comprometem a qualidade e podem causar sérios danos à saúde do consumidor, que vão desde uma simples intoxicação até a morte.

CONCLUSÕES

O pirarucu salgado seco comercializado na cidade de Belém apresentou condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, devido a presença de bactérias que indicam contaminação fecal e pelo solo, e falta de higiene no manuseio e na comercialização.

O pirarucu salgado seco está impróprio para o consumo humano pela presença de bactérias patogênicas do grupo dos *Clostridium* Sulfito Redutor, do gênero *Bacillus* spp., de *E. coli* e de *Salmonella* spp., não atendendo aos padrões microbiológicos previsto na legislação brasileira para esse tipo de alimento.

É necessária a realização de mais pesquisas, principalmente sobre a presença de *Bacillus* spp. e *Clostridium* Sulfito Redutor, em pirarucu salgado seco, pois nesses grupos existem espécies bacterianas patogênicas e toxigênicas, que podem significar risco à saúde do consumidor.

TABELA 1- Resultados das análises bacteriológicas de *Clostridium* Sulfito Redutor (CSR) e *Bacillus* spp., em UFC/g, do Número Mais Provável de *Escherichia coli* (NMP/g) e pesquisa de *Salmonella* spp. em pirarucu salgado seco

Amostra	Local	CSR	<i>Bacillus</i> spp.	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.
1	S	<1,00x10 ¹	1,40x10⁴	<3	presença
2	S	3,00x10¹	5,00x10 ²	<3	presença
3	S	<1,00x10 ¹	3,00x10⁴	<3	ausência
4	S	<1,00x10 ¹	1,30x10⁴	90	ausência
5	S	<1,00x10 ¹	2,00x10 ²	<3	ausência
6	S	<1,00x10 ¹	3,00x10 ²	<3	ausência
7	S	<1,00x10 ¹	3,00x10 ²	<3	ausência
8	S	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	<3	ausência
9	S	<1,00x10 ¹	4,00x10 ²	40	ausência
10	S	<1,00x10 ¹	1,00x10³	<3	ausência
11	S	<1,00x10 ¹	3,90x10³	<3	presença
12	S	1,10x10²	1,10x10³	<3	ausência
13	S	<1,00x10 ¹	2,00x10³	<3	ausência
14	F	<1,00x10 ¹	6,00x10³	<3	presença
15	F	<1,00x10 ¹	4,20x10⁴	230	ausência
16	F	3,50x10¹	5,00x10³	90	presença
17	F	3,00x10¹	5,60x10⁴	<3	presença
18	F	<1,00x10 ¹	8,00x10²	930	ausência
19	F	<1,00x10 ¹	2,00x10 ²	<3	ausência
20	F	<1,00x10 ¹	1,00x10 ²	<3	presença
21	F	<1,00x10 ¹	3,00x10 ²	90	ausência
22	F	4,50x10¹	9,00x10²	230	ausência
23	F	2,00x10³	7,00x10²	<3	ausência
24	F	4,00x10¹	6,00x10²	<3	ausência
25	F	1,00x10²	1,00x10³	40	ausência
26	F	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	90	ausência
27	F	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	230	presença
28	F	5,00x10²	<1,00x10 ¹	40	ausência
29	F	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	40	ausência
30	F	<1,00x10 ¹	6,00x10⁴	<3	ausência
31	F	<1,00x10 ¹	1,60x10⁴	<3	ausência
32	F	<1,00x10 ¹	1,60x10³	<3	ausência
33	F	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	<3	ausência
34	F	<1,00x10 ¹	1,00x10³	<3	ausência
35	F	<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	<3	presença
36	F	2,00x10¹	9,80x10³	<3	ausência
37	F	4,50x10¹	1,00x10⁴	<3	ausência
38	F	2,00x10¹	2,90x10⁴	<3	ausência
39	F	<1,00x10 ¹	3,50x10³	<3	presença
40	F	2,15x10²	7,00x10²	<3	ausência
Média		8,08x10¹	9,97x10³	53,50	
Desvio Padrão		3,23x10²	1,64x10⁴	155,90	
Mínimo		<1,00x10 ¹	<1,00x10 ¹	<3	
Máximo		2,00x10 ³	6,00x10 ⁴	930	
Padrão oficial^a		-	-	100^b	ausência

S = Supermercado F = Feira ^a = Brasil (2001) - = sem padrão oficial

^b = padrão oficial para coliformes termotolerantes (Brasil, 2001)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAZON FISH. *Proposta de financiamento agropecuário para aquicultura*. FNO/Banco da Amazônia S.A. 30 p. 2002.
- AYALA, C.L. *Manual de piscicultura del paiche (**Arapaima gigas** Cuvier)*. Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria pro Tempore. Caracas, Venezuela, 1999.
- AZAM, K. BASHER, M.Z.; ALI, M.Y.; ASADUZZAMAN, M.; HOSSAIN, M.M. Comparative study of organoleptic, microbiological and biochemical qualities of four selected dried fish in summer and winter. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v. 6, n. 24, p. 2030 – 2033, 2003.
- BEIRÃO, L.H.; TEIXEIRA, E.; NORT, E.; BOING, S.M. C. Salga de cação (*Squatina argentina*) e abrótea (*Urophycis brasiliensis*). *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, Universidade Federal do Paraná - Curitiba, v. 14, n. 1, jan./jun., p. 25-32, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. *Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água*, Brasília, 2003.
- _____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 12 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos*. Brasília, 2001.
- FORSYTHE, S.J. *Microbiologia da Segurança Alimentar*. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia de Alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008. 182 p.
- GUIMARÃES, M.C.F.; OLIVEIRA, M.L.S.; FERREIRA, F.A.M.; PEREIRA FILHO, L.A.R. Caracterização Química e Microbiológica do Pirarucu (**Arapaima gigas**) salgado comercializado na cidade de Belém. *VII Encontro de Profissionais de Química da Amazônia*. Belém – Pará. 17 – 21 de junho de 1991, p. 144 – 153.
- HANASHIRO, A.; MORITA, M.; MATTÉ, G.R.; MATTÉ, M.H.; TORRES, E.A.F.S. Microbiological quality of selected street foods from a restricted area of São Paulo city, Brazil. *Food Control*, v. 16, p. 439 – 444, 2005.
- HSU, H.; CHUANG, T.; LIN, H.; HUANG, Y.; LIN, C.; KUNG, H.; TSAI, Y. Histamine content and histamine-forming bacteria in dried milkfish (*Chanos chanos*) products. *Food Chemistry*, n. 114, p. 933-938, 2009.
- IMBIRIBA, E.P.; LOURENÇO JÚNIOR, J.B.; MOURA CARVALHO, L.O.D.; GOES, L.B.; ULIANA, D.; BRITO FILHO, L. Criação de pirarucu. Brasília: EMBRAPA-SPI; Belém: EMBRAPA - CPATU, 1996. 93 p. *Coleção Criar*, 002.
- IMBIRIBA, E.P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. *Acta Amazônica*. Manaus: INPA, v. 31, n. 2, p. 299 – 316. 2001.
- _____. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, **Arapaima gigas** (Cuvier). Belém: EMBRAPA - CPATU, *Circular Técnica* n. 57, 19 p., 1991.
- LALITHA, K.V.; SURENDRAN, P.K. Occurrence of *Clostridium botulinum* in fresh and cured fish in retail trade in Cochin (India). *International Journal of Food Microbiology*, vol. 72, p. 169 – 174, 2002

LEITE, C.C.; SANT'ANNA, M.E.B.; ASSIS, P.N.; MARIANO, A.P.M. Qualidade higiênico-sanitária do acarajé e seus complementos comercializados em diferentes pontos turísticos da cidade de Salvador, BA. *Revista Higiene Alimentar*, v. 14, n. 71, p. 50 – 53. 2000.

LOURENÇO, L.F.H.; AMANAJÁS, C.C.; SOUSA, A.; VIEIRA, L.L. Pirarucu salgado consumido em Belém tem baixa qualidade. *Jornal Beira Rio – UFPA*, Belém, 16 de junho de 2002.

_____; FERNANDES, G.M.L.; CINTRA, I.H.A. Características físicas, químicas e microbiológicas da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) salgada e seca em secador solar. *Boletim Técnico e Científico do CEPNOR*, v.1, n. 1, p. 135-144, 2001.

_____; SOUSA, C.L.; SILVA, I.Q. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (**Arapaima gigas**) seco/salgado comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produto similar em laboratório visando estabelecer a vida de prateleira. *Revista Higiene Alimentar*, v. 22, p. 15 – 23. 2008.

MERCK, 2002, modificado por: FRANCO, R.M.; MANTILLA, S.P.S. *Escherichia coli* em cortes de carne bovina (acém): avaliação de metodologia e sensibilidade de antimicrobianos aos sorovares predominantes. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PREMIO UFF VASCONCELOS TORRES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 14, 2004. 08-12 de novembro de 2004, Niterói – Rio de Janeiro – CD – 1º Lugar na área de Ciências Agrárias.

MOUCHREK FILHO, V.E.; CHAAR, J.S.; NASCIMENTO, A.R.; MOUCHREK FILHO, J.E.; COSTA, I.S.; MARTINS, A.G.L.A.; MARINHO, S.C. Avaliação Microbiológica do Pirarucu (**Arapaima gigas**) seco e salgado, comercializado nas feiras livres da cidade de Manaus – Amazonas. *Cadernos de Pesquisa*, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, v. 13, n. 1, jan./jun., p. 14 - 21, 2002.

OLIVEIRA, L.A.T.; FRANCO, R.M.; CARVALHO, J.C.A.P. Clostrídios em condimentos utilizados em embutidos cárneos. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*. 1 (1): 01 – 05, set./dez., 1994.

OLIVEIRA, P.R. de. *Qualidade do pirarucu (Arapaima gigas, Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados*. Manaus, 2007. 119 f. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2007.

ONO, E.A.; HALVERSON, M R.; KUBITZA, F. Pirarucu. O gigante esquecido. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.14, n. 81, jan./fev., p. 14 – 25, 2004.

PATIR, B.; INANLI, A.G.; OKSUZTEPE, G.; ILHAK, O.I. Microbiological and chemical qualities of salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811). *International Journal of Science & Technology*, v. 1, n. 2, p. 91-98, 2006.

POMBO, C.R.; MÁRSICO, E.T.; FRANCO, R.M.; GUIMARÃES, C.F.M.; AGUIAR, N.C.S.; PARDI, H.S.; OLIVEIRA, G.A.; Caracterização físico-química e bacteriológica de peixes anchovados. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, vol. 13, n. 3, set./dez., p. 170 - 173, 2006

RAJAN, L.A.; JOSEPH, T.C.; THAMPURAN, N.; JAMES, R. Studies on the microbial diversity of salted fishes under aerobic conditions. *Microbiology Research*, v. 2, n. 4, p. 22-25, 2010.

REALE, D.G. *Aspectos do pescado salgado: tecnologia e microbiologia*. Belém, 1997. 22 f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Conservação do Pescado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 1997.

SALGADO, H.L.C.; RAMOS, R.G.S. *Qualidade físico-química e microbiológica do pirarucu (*Arapaima gigas*), seco e salgado, comercializado no município de Belém*. Belém, 2005. 38 f. Monografia (Especialização em Produtos de Origem Animal) - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade Estadual do Pará, Belém. 2005.

TSAI, Y.; LIN, C.; CHANG, S.; CHEN, H.; KUNG, H.; WEI, C.; HWANG, D. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan. *Food Microbiology*, n. 22, p. 461-467, 2005.

VIEIRA, R.H.S.F. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado*. São Paulo: Varela, 2004. 380 p.

VILHELMSSON, O.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTJÁNSSON, J.K. Extremely halotolerant bacteria characteristic of fully cured and dried cod. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 36, p. 163 – 170, 1997.

_____; _____. Isolation and characterization of moderately halophilic bacteria from fully cured salted cod (bachalao). *Journal Applied Microbiology*, 81, p. 95 – 103, 1996.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados pode-se concluir que as condições higiênico-sanitárias do pirarucu salgado seco comercializado na cidade de Belém, são insatisfatórias, devido a presença de bactérias que indicam contaminação fecal e pelo solo, e falta de higiene no manuseio e na comercialização. Este pescado estava sendo comercializado em precárias condições de conservação e o mesmo está impróprio para o consumo humano devido a presença de bactérias patogênicas e toxigênicas, não atendendo aos padrões microbiológicos previsto na legislação brasileira para esse tipo de alimento, o que pode significar risco à saúde do consumidor.

Logo há necessidade de uma padronização do processo de salga e um melhor controle de qualidade do pirarucu salgado seco para possibilitar a elaboração de produtos com teor de umidade uniforme e dentro do limite preconizado para produtos salgado seco.

Sugere-se um maior controle e fiscalização pelos órgãos competentes, principalmente nas feiras livres e durante o período do defeso, visto que neste local de comercialização e neste período do ano, os resultados indicaram manipulação excessiva e sem higiene e recontaminações pós-salga.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEROUMAND, A. The effect of water activity on preservation quality of fish, A review article. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, v. 2, n. 3, p. 221 – 225, 2010.

AMAZON FISH. *Proposta de financiamento agropecuário para aqüicultura*. FNO/Banco da Amazônia S.A. 30 p. 2002.

AYALA, C. L. *Manual de piscicultura del paiche (**Arapaima gigas** Cuvier)*. Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria pro Tempore. Caracas, Venezuela, 1999.

BARD, J.; IMBIRIBA, E.M. Piscicultura do pirarucu, **Arapaima gigas**. Belém, EMBRAPA - CPATU, *Circular Técnica* n. 52, 17 p. 1986.

BARROS, E. A. D. M. de. *Pirarucu (**Arapaima gigas**) – potencial de cultivo e comercialização pela pequena propriedade rural*. Belém, 2002. 26 f. Monografia (Especialização em Gestão de Agronegócios) - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade Estadual do Pará, Belém. 2002.

BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E.; NORT, E.; BOING, S. M. C. Salga de cação (*Squatina argentina*) e abrótea (*Urophycis brasiliensis*). *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, Universidade Federal do Paraná - Curitiba, v. 14, n. 1, jan./jun., p. 25-32, 1996.

BERTULLO, V. *Productos y subproductos de pescados, moluscos y crustáceos*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1975, 538 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Decreto Nº 2.244 de 04 de junho de 1997. *Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)*, Brasília, 1997a.

_____. _____. _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 52 de 29 de dezembro de 2000. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Salgado e Peixe Salgado Seco*. Brasília, 2000.

_____. _____. _____. Portaria nº 185 de 13 de maio de 1997. *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)*. Brasília, 1997b.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 12 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos*. Brasília, 2001.

BRESSAN, M. C.; PEREZ, J. R. O. *Tecnologia de Carnes e Pescados*. Lavras – MG: Universidade Federal de Lavras, 2001. 240 p.

DIAS, A. F. *Salga e secagem de pirarucu (**Arapaima gigas**, Curvier, 1929) com aplicação de coletores solares*. Manaus, 1983. 150 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA / FUA, Manaus. 1983.

FREITAS FILHO, E. L.; FREITAS, J.A. Ocorrência de vermelhão em produtos salgados. *Higiene Alimentar*, v.16, n. 94, março, p. 50 – 54. 2002. GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, n. 93, p. 511 – 520, 2005.

GUIMARÃES, M. C. F.; OLIVEIRA, M. L. S.; FERREIRA, F. A. M.; PEREIRA FILHO, L. A. R. Caracterização Química e Microbiológica do Pirarucu (**Arapaima gigas**) salgado comercializado na cidade de Belém. *VII Encontro de Profissionais de Química da Amazônia*. Belém – Pará. 17 – 21 de junho de 1991, p. 144 – 153.

GÜMÜŞ, B.; IKIZ, R.; ÜNLÜSAYIN, M.; GÜLYAVUZ, H. Quality changes of salted red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) during vacuum packaged stored at + 4°C. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, n. 2, p. 101 -104, 2008.

HERNÁNDEZ-HERRERO, M. M.; ROIG-SAGUÉS, A. X.; LÓPEZ-SABATER, E.I.; RODRÍGUEZ-JEREZ, J. J.; MORA-VENTURA, M. T. Total Volatile Basic Nitrogen and other Physico-chemical and Microbiological Characteristics as Related to Ripening of Salted Anchovies. *Journal of Food Science*, v. 64, n. 2, p. 343 – 347, 1999.

HSU, H.; CHUANG, T.; LIN, H.; HUANG, Y.; LIN, C.; KUNG, H.; TSAI, Y. Histamine content and histamine-forming bacteria in dried milkfish (*Chanos chanos*) products. *Food Chemistry*, n. 114, p. 933-938, 2009.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2001. *Estatística da Pesca 1999. Brasil: Grandes Regiões e Unidades da Federação*. Tamandaré: IBAMA. 95 p.

_____. _____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 2002. *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará - 2001*. Manaus: IBAMA; Pró-Várzea. 73 p.

_____. _____. 2005. *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará - 2002*. Manaus: IBAMA. Pró Várzea, 2005. 84p.

_____. _____. 2006. *Estatística Pesqueira do Amazonas e do Pará - 2003*. Manaus: IBAMA; Pró-Várzea. 76 p.

_____. _____. Instrução Normativa nº34 de 18 de junho de 2004. *Aprova as normas gerais para o exercício da pesca do pirarucu (**Arapaima gigas**) na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas e proíbe anualmente a captura, a comercialização e o transporte do pirarucu*. Brasília, 2004.

IMBIRIBA, E. P.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; DUTRA, S. Rendimento da carne do pirarucu **Arapaima gigas** (Cuvier). Belém: EMBRAPA - CPATU, 1994, 21 p. *Boletim de Pesquisa*, 150.

IMBIRIBA, E. P.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; MOURA CARVALHO, L. O. D.; GOES, L. B.; ULIANA, D.; BRITO FILHO, L. Criação de pirarucu. Brasília: EMBRAPA-SPI; Belém: EMBRAPA - CPATU, 1996. 93 p. *Coleção Criar*, 002.

_____. Potencial de criação de pirarucu, **Arapaima gigas**, em cativeiro. *Acta Amazônica*. Manaus: INPA, v. 31, n. 2, p. 299 – 316. 2001.

_____. Produção e manejo de alevinos de pirarucu, **Arapaima gigas** (Cuvier). Belém: EMBRAPA - CPATU, *Circular Técnica* n. 57, 19 p., 1991. LAKSHMANAN, R.; SHAKILA, R. J.; JEYASEKARAN, G. Changes in the halophilic amine forming bacterial flora during salt-drying of sardines (*Sardinella gibbosa*). *Food Research International*, n. 35, p. 541 – 546, 2002.

LOURENÇO, L. F. H.; AMANAJÁS, C. C.; SOUSA, A.; VIEIRA, L. L. Pirarucu salgado consumido em Belém tem baixa qualidade. *Jornal Beira Rio – UFPA*, Belém, 16 de junho de 2002.

_____; FERNANDES, G. M. L.; CINTRA, I. H. A. Características físicas, químicas e microbiológicas da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) salgada e seca em secador solar. *Boletim Técnico e Científico do CEPNOR*, v.1, n. 1, p. 135-144, 2001.

_____; SOUSA, C. L.; SILVA, I. Q. Análises microbiológicas da carne de pirarucu (**Arapaima gigas**) seco/salgado comercializado em feiras e supermercados de Belém e elaboração de produto similar em laboratório visando estabelecer a vida de prateleira. *Higiene Alimentar*, v. 22, p. 15 – 23. 2008.

MOUCHREK FILHO, V. E.; CHAAR, J. S.; NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK FILHO, J. E.; COSTA, I. S.; MARTINS, A. G. L. A.; MARINHO, S. C. Avaliação Microbiológica do Pirarucu (**Arapaima gigas**) seco e salgado, comercializado nas feiras livres da cidade de Manaus – Amazonas. *Cadernos de Pesquisa*, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, v. 13, n. 1, jan./jun., p. 14 - 21, 2002.

NEVES, A. M. B. Conhecimento atual sobre o pirarucu, **Arapaima gigas**. In: RECURSOS PESQUEIROS DO MÉDIO AMAZONAS: BIOLOGIA E ESTATÍSTICA PESQUEIRA. *Coleção Meio Ambiente. Série Estudos Pesca*, n. 22. Brasília: Edições IBAMA, p.89 - 113. 2000.

NORONHA, S. L. B.; VIEIRA, C. M. A.; FREITAS, J. A. Qualidade microbiológica do pirarucu (**Arapaima gigas**) salgado distribuído ao consumo em Belém, Pará. *Revista de Ciências Agrárias*, n. 34, jul./dez., p. 139 – 142. 2000.

OGAWA, M.; KOIKE, J. *Manual de pesca*. Fortaleza: Associação dos engenheiros de pesca do estado do Ceará, 1987. 799 p.

_____; MAIA, E. L. *Manual de Pesca. Ciência e Tecnologia do Pescado*. São Paulo: Varela, volume I, 1999, 423 p.

OLIVEIRA, P. R. de. *Qualidade do pirarucu (Arapaima gigas, Schinz 1822) procedente de piscicultura, estocado em gelo, congelado e de seus produtos derivados*. Manaus, 2007. 119 f. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais da Amazônia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2007.

ONO, E. A.; HALVERSON, M. R.; KUBITZA, F. Pirarucu. O gigante esquecido. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.14, n. 81, jan./fev., p. 14 – 25, 2004.

ONO, E. A. O Gigante da Amazônia. Perspectivas para o aumento da oferta de juvenis de pirarucu. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, n. 100, mar./abr., 2007.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Intensificam os estudos sobre o pirarucu. *Revista Panorama da Aquicultura*, 2002, jan./fev., n. 69. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>>. Acesso em: 25 de abril de 2011.

PANORAMA DA AQUICULTURA. Pirarucu cultivado. Carne surpreende “chefs” da alta gastronomia. *Revista Panorama da Aquicultura*, 2010, edição 111. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br>>. Acesso em: 25 de abril de 2011.

PATIR, B.; INANLI, A. G.; OKSUZTEPE, G.; ILHAK, O. I. Microbiological and chemical qualities of salted Grey Mullet (*Chalcalburnus tarichii* PALLAS, 1811). *International Journal of Science & Technology*, v. 1, n. 2, p. 91-98, 2006.

POMBO, C. R.; MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; GUIMARÃES, C. F. M.; CRUZ, A. M. P.; PARDI, H. S. Salted and fermented fish processes evaluation. *Food Science & Technology*, n. 44, p. 2100 - 2105, 2009.

QUEIROZ, H. L.; SARDINHA, D. *A preservação e o uso sustentado dos pirarucus (Arapaima gigas, Osteoglossidae) em Mamirauá*. SCM – CNPq/MCT. Brasília. 197 p., 1999.

RAJAN, L. A.; JOSEPH, T. C.; THAMPURAN, N.; JAMES, R. Studies on the microbial diversity of salted fishes under aerobic conditions. *Microbiology Research*, v. 2, n. 4, p. 22 - 25, 2010.

REALE, D. G. *Aspectos do pescado salgado: tecnologia e microbiologia*. Belém, 1997. 22 f. Monografia (Especialização em Tecnologia e Conservação do Pescado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém. 1997.

RIBEIRO, A. A invasão do Pirarucu. *Revista Época*. Edição n. 675, de 24 de abril de 2011, p. 110 – 111, 2011.

RIEDEL, G. *Controle sanitário dos alimentos*, Rio de Janeiro: Atheneu, 2. ed., p. 207–209, 1992.

RODRIGUES, M. J.; HO, P.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; VAZ-PIRES, P.; NUNES, M. L. Characterization and identification of microflora from soaked cod and respective salted raw materials. *Food Microbiology*, n. 20, p. 471 – 481, 2003.

ROSSONI, E. M. N. Controle microbiológico de pescado e produtos de pescado. In: _____. *Controle de qualidade de pescado*. Santos – SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Universidade Católica de Santos, julho, 25- 27, 1988. 63 – 67 p..

SALGADO, H. L. C.; RAMOS, R. G. S. *Qualidade físico-química e microbiológica do pirarucu (Arapaima gigas), seco e salgado, comercializado no município de Belém*. Belém, 2005. 38 f. Monografia (Especialização em Produtos de Origem Animal) - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade Estadual do Pará, Belém. 2005.

SANTOS, G. M. dos; MÉRONA, B. de; JURAS, A. A.; JÉGU, M.. *Peixes do baixo rio Tocantins: 20 anos depois da usina hidrelétrica Tucuruí*. Brasília: Eletronorte, 2004, 216 p.

TSAI, Y.; LIN, C.; CHANG, S.; CHEN, H.; KUNG, H.; WEI, C.; HWANG, D. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan. *Food Microbiology*, n. 22, p. 461-467, 2005.

VENTURIERI, R.; BERNARDINO, G. Pirarucu. Espécie ameaçada pode ser salva através do cultivo. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 53, mai./jun., p. 13 – 21, 1999.

VERÍSSIMO, S. A. *A Pesca na Amazônia*. Rio de Janeiro: Livraria Clássica Alves & Cia, 206 p. 1970

VIEIRA, R. H. S. F. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado*. São Paulo: Varela, 2004. 380 p.

VILHELMSSON, O.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTJÁNSSON, J. K. Extremely halotolerant bacteria characteristic of fully cured and dried cod. *International Journal of Food Microbiology*, n. 36, p. 163 – 170, 1997.