

UFRRJ

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

DISSERTAÇÃO

**Aprimoramento do Processo de Salga e Secagem do Peixe Serra
no Município de Raposa - MA**

Marcelino Rufino Filho

2012



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Aprimoramento do Processo de Salga e Secagem do Peixe Serra
no Município de Raposa - MA**

Marcelino Rufino Filho

Sob a Orientação da Professora
Dra. Arlene Gaspar

Co-Orientação da Professora
Dra. Adriana Barbosa Araújo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ
Junho de 2012

639.2

R926a

T

Rufino Filho, Marcelino, 1957-

Aprimoramento do processo de salga e secagem do Peixe Serra no município de Raposa-MA / Marcelino Rufino Filho 2012.

64 f. : il.

Orientador: Arlene Gaspar.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Bibliografia: f. 48-55.

1. Pescados - Tecnologia - Teses.
 2. Pescados - Processamento - Teses.
 3. Tecnologia de alimentos - Teses.
- I. Gaspar, Arlene,-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
III. Título.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Tecnologia
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

MARCELINO RUFINO FILHO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 27/06/2012

Arlene Gaspar, Dra. - UFRJ
(Orientadora)

Priscila Vieira Pontes, Dra. - UFRJ
Membro Titular

Gesilene Mendonça de Oliveira, Dra. - UFRRJ
Membro Titular

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Gilvania, minhas filhas Aline, Iara, Eva e Laura, meu filho Inácio, minha mãe Carmita, meu pai Marcelino (*in memorian*) e a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha saúde.

À Professora e Orientadora Arlene Gaspar, pela atenção, paciência, disponibilidade, confiança e pelos muitos ensinamentos.

À Professora Co-Orientadora Adriana Barbosa pelo apoio, amizade e disponibilidade na realização desse trabalho.

À Professora Gesilene Mendonça pelas importantes contribuições para este trabalho.

Às Instituições, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, Instituto Federal do Maranhão-IFMA e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPEL, por viabilizar tão importante Programa de Mestrado.

Aos Coordenadores desse Programa de Pós-Graduação, pelo empenho, dedicação e paciência.

Ao Professor Arlan Freitas pela amizade e apoio.

Aos companheiros e colegas por oportunizar uma excelente convivência.

RESUMO

FILHO, Marcelino Rufino. Aprimoramento do Processo de Salga e Secagem do Peixe Serra no Município de Raposa - MA.64p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

Scomberomorus brasiliense é a espécie marinha pertencente à família *Scombridae*, classificada, segundo a sua posição trófica na coluna d'água, como pelágico; conhecido popularmente por peixe serra. Forma cardumes e pode desenvolver grandes velocidades na migração à procura de alimentos ou durante a desova, com reprodução durante todo o ano. Possui a maior percentagem em número de indivíduos nos desembarques, na maioria dos estados do Norte e Nordeste, durante a maior parte do ano. Pelo seu baixo preço de revenda e elevado volume de captura, boa parte da produção tem como destino as micro indústrias artesanais da região, onde é utilizada como matéria-prima para o processamento artesanal de salga e secagem de baixo padrão de higiene e tecnológico. O sistema de pesca e processo artesanal do serra, sendo fonte de renda e de alimentação das comunidades, tem grande importância social e econômica para o Estado, que, apesar de detentor de grandes riquezas naturais e potencial da atividade pesqueira, amarga os piores índices socioeconômicos do país. Esse trabalho objetivou desenvolver um equipamento artesanal (tenda secadora) para secar o pescado; aprimorar processo de salga e secagem para o peixe serra; determinar a curva de salga e secagem e avaliar físico-química e microbiologicamente o peixe serra *in natura* e salgado e seco. Para realização do experimento, coletou-se em três diferentes embarcações serreiras atracadas no porto de despescas em Raposa - MA, 5 exemplares de peixe serra compondo três lotes denominados lotes 1, 2 e 3 contendo cinco peixes cada. Os peixes foram eviscerados e lavados. Os peixes foram salgados em salga úmida com salmoura saturada tratada termicamente. Desenvolveu-se a tenda secadora que foi utilizada para secagem dos peixes após a salga. Nos peixes *in natura* e salgado e seco realizou-se análise microbiológicas para pesquisa de Salmonela e Estafilococos coagulase positiva, coliformes termotolerantes (APHA, 2005) e físico-químicas para BVT, pH, pesquisa de gás sulfídrico, prova de ranço; composição centesimal segundo IAL (2008) e histamina (SCHUTZ, et al, 1976). Concluiu-se que o aprimoramento do processo de salga e o desenvolvimento da tenda de secagem, bem como utilização de matéria prima de qualidade propiciou a produção de um pescado salgado seco que atendeu a legislação e apresentando-se com excelentes características físico-químicas e microbiológicas.

Palavras-chave: pescado, salga, *Scomberomorus brasiliensis*

ABSTRACT

Scomberomorus brasiliensis is a marine species in the family *Scombridae*, classified, according to their trophic position in the water column, such as pelagic; popularly known by fish. Form shoals and can develop great migration speeds looking for food or during spawning, breeding throughout the year. It has the largest number of individuals in the landings, in most States of the North and Northeast, during most of the year. For its low retail price and high volume capture, much of the production target micro craft industries in the region, where it is used as raw material for processing craft of salting and drying of low standard of hygiene and technology. The system of fishing and artisanal process of serra, being a source of income and nutrition communities, has great social and economic importance to the State, which, despite having large natural wealth and potential of fishing activity, bitter the worst socio-economic indexes of the country. This work aimed to develop a small-scale equipment (tent dryer) for drying fish; improve the process of drying and salting fish serra; determine the curve of salting and drying and evaluate physical chemistry and microbiologically Sierra fish *fresh* and salty and dry. To conduct the experiment, collected in three different boats moored in the port of serreiras in "together with Fox - MA, 5 copies of Sierra fish composing three batches called lots 1, 2 and 3 containing five fish each. The fish were gutted and washed. The fish were salted in brine saturated wet brining with thermally treated. Developed dried tent that was used for fish drying after salting. Fresh fish and salty and dry microbiological analysis was carried out to search for salmonella and coagulase positive, termotolerantes coliforms (APHA, 2005) and physicochemical to BVT, pH, hydrogen sulphide gas research, proof of stale; centesimal composition according to IAL (2008) and histamine (SCHUTZ, et al., 1976). It was concluded that the salting process improvement and the development of drying tent, as well as the use of high quality raw material led to the production of a dry salt fish that met the law and performing with excellent physic-chemical and microbiological.

Keywords: fish, salting, *Scomberomorus brasiliensis*

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal média da carne de peixe.	5
Tabela 2. Composição centesimal do peixe serra determinada bimestral no período de um ano.	1 2
Tabela 3. Rendimento do peixe serra durante a salga e secagem.	4 0
Tabela 4. Resultados da avaliação da qualidade do peixe serra <i>in natura</i> .	0
Tabela 5. Composição centesimal do peixe serra <i>in natura</i> dos lotes 1, 2 e 3.	4 1
Tabela 6. Resultados das Análises microbiológicas do peixe serra <i>in natura</i> .	2
Tabela 7. Resultados das análises de pH, bases voláteis totais (N-BVT), Pesquisa de Gás Sulfídrico (H ₂ S), Prova de ranço e Histamina do peixe serra salgado e seco (lotes 1, 2 e 3).	4 3
Tabela 8. Resultado da Composição centesimal do peixe serra salgado e seco dos lotes 1, 2 e 3.	4 4
Tabela 9. Resultados das Análises microbiológicas da qualidade do peixe serra salgado e seco dos lotes 1, 2 e 3.	4 6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peixe serra, <i>S. brasiliensis</i> , capturado no litoral maranhense.	8
Figura 2. Embarcações utilizadas na captura do peixe serra e redes utilizadas na captura do peixe serra denominada serreira. Porto pesqueiro do município de Raposa - MA	8
Figura 3. Processamento de pescado na Raposa - MA. a) instalação de salga e secagem. b) processo de salga. c) processo de secagem.	9
Figura 04. Processamento e comercialização de pescado no município de Raposa, Maranhão. a) instalação artesanal de salga e secagem. b) comercialização de pescado salgado e seco.	28
Figura 5. Imagem por satélite do posicionamento geográfico do município de Raposa, Maranhão (IBGE).	29
Figura 6. Processo de salga. a) peixe serra escalado. b) após escala, imersos em salmoura saturada. c) início da salga úmida.	31
Figura 7. Operação de secagem natural. a) peixes colocados para secagem no equipamento de proteção. b) detalhes da construção do protetor para secagem. c) início da operação de secagem.	32
Figura 8. Peixe serra salgado e seco para embalagem.	33
Figura 9. Laboratório de Físico-química de Alimentos do Instituto Federal do Maranhão - IFMA.	33
Figura 10. Detalhes da construção do protetor de secagem.	36
Figura 11. Teor médio de NaCl no músculo do peixe serra para os lotes 1, 2 e 3 durante período de Salga úmida.	38
Figura 12. Teor médio de umidade para os lotes 1, 2 e 3 durante a operação de secagem natural.	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LIEATURA	3
2.1 Aspectos Gerais do Pescado	3
2.2. Panorama Socioeconômico e Estado da Pesca no Estado do Maranhão	5
2.3. Aspectos Físico-químicos e Microbiológico do Pescado	9
2.4 Normas e Padrões de Qualidade para o Pescado	16
2.5 Processamento Tecnológico de salga e secagem	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Material	29
3.2 Métodos	30
3.2.1 Amostragem para Aquisição do Pescado <i>in natura</i>	30
3.2.2 Desenvolvimento da Tenda Secadora	31
3.2.3 Processo de Salga e secagem	31
3.2.4 Determinação da Curva de Desidratação Osmótica e Curva de Secagem	33
3.2.5. Avaliação da Qualidade do Peixe Serra <i>in natura</i>	33
3.2.6 Avaliação da Qualidade do Peixe Serra Salgado Seco	34
3.2.7 Análises de histamina	34
3.2.8. Análise Estatística dos Dados	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Resultados da Avaliação Durante Processamento de Salga e Secagem do Peixe Serra	36
4.2 Resultados da Avaliação da Qualidade do Peixe Serra <i>in natura</i>	40
4.3. Resultados da Avaliação da Qualidade do Peixe Serra Salgado e Seco.	42
5 CONCLUSÃO	47
6 BIBLIOGRAFIA	48
7. ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

O pescado salgado é um componente importantíssimo na dieta humana, por ser considerado um alimento de alto valor nutritivo, devido à alta concentração de proteína. Os processos tradicionais do pescado contribuem para uma significativa variedade de produtos e subproduto para o consumo, em que o peixe é o componente principal.

Os recursos hídricos brasileiros aliados à diversidade climática tornam o país ideal para atividades pesqueiras. Porém, o Brasil produziu 1.240.813 toneladas durante o ano de 2009, ocupando 18ª posição mundial, na modalidade pesca extrativa e aquicultura, mas com grande capacidade de crescimento.

Por outro lado, o extrativismo descontrolado, a poluição dos recursos naturais e o desperdício podem desencadear graves desequilíbrios, com grande prejuízo às atividades pesqueiras, em particular à pesca artesanal.

O pescado, por ser um alimento muito perecível, sofre alterações importantes rapidamente, caso não sejam tomadas as devidas precauções. A conservação de pescado na forma *in natura* é um dos pontos críticos na atividade pesqueira, pois a perda de qualidade torna-se irreversível e será refletida no produto final. As informações corretas sobre manejo, manipulação, conservação e processamento, todas pautadas em boas práticas, são pré-requisitos essenciais para minimizar desperdícios e custos, e maximizar produtividade e qualidade.

Na busca pela melhoria da qualidade e minimização dos riscos à saúde humana, passou-se a investir no aprimoramento das técnicas tradicionais e no desenvolvimento de novas tecnologias. São diversas as tecnologias tradicionais do pescado (resfriamento e congelamento, enlatamento, salga, defumação, secagem, fermentação e marinação). Todas com a finalidade de conferir ao alimento melhor conservação, propriedades sensoriais típicas e maior vida de prateleira. Em geral, os recursos tecnológicos são empregados de forma combinada.

Os processos de salga e secagem se destacam devido ao baixo custo e excelente ação preservativa, alcançando características industriais com a descoberta da riqueza do bacalhau.

No sec. XVIII, os processos de salga e secagem estavam bem consolidados, sendo praticamente idênticos aos praticados atualmente. Porém, com a descoberta de novos processos de conservação e com o desenvolvimento de produtos mais ajustados às atuais preferências dos consumidores, a salga e secagem de pescado têm perdido importância.

Mas, quando se trata de custo reduzido, com especial relevância em regiões onde não existe fácil acesso a rede de frios, a salga e secagem predominam como processos de conservação de pescado. Tais métodos de conservação, quando convenientemente executados, são de grande valia na preservação de produtos pesqueiros, proporcionando às populações uma fonte estável de proteínas.

No Brasil, esse processo encontra-se em atraso quando comparados aos países europeus. No Estado do Maranhão a situação é sensivelmente pior, pois predomina a cultura do alimento conservado resfriado ou congelado ser de inferior qualidade em relação ao alimento *in natura* exposto ao ar livre sobre mesas em feiras livres.

O Estado do Maranhão apresenta um dos piores índices socioeconômico do país, sendo a pesca artesanal uma importante fonte de renda e de alimentação das comunidades. Devido a dificuldades na manutenção da cadeia de frio, a conservação de pescado marinho pelo sal é tradicionalmente e feita em larga escala, sob baixo padrão tecnológico, o que é comum em áreas economicamente subdesenvolvidas, acarretando diminuição do valor nutritivo e veiculando doenças. Neste sentido, toda e qualquer ação para aumentar a produtividade, incrementar melhorias nos processos produtivos, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade nutricional dos alimentos, conseqüente melhorias nos índices socioeconômicos do Estado, torna-se urgente e imperativo.

O peixe serra, *Scomberomorus brasiliensis*, é um pescado capturado em grande volume em toda costa maranhense, de baixo valor comercial, mas de grande importância social e nutricional, comercializado *in natura* nos pontos de desembarque e nas feiras livres, sendo o excedente, em geral de inferior qualidade, processado por salga e secagem de forma totalmente empírica, sem técnicas e critérios adequados, e sem a mínima preocupação com a higiene e segurança.

Diante do exposto objetivou-se nessa pesquisa aprimorar o processo tecnológico de salga e secagem do peixe serra utilizado por salgadeiras no município de Raposa-MA, com a finalidade de obter um produto de qualidade sob o ponto de vista físico-químico e microbiológico. Tendo, portanto os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um equipamento artesanal (tenda secadora) para secagem do pescado;
- Avaliar físico-química e microbiologicamente o peixe serra *in natura*;
- Aprimorar processo de salga e secagem para o peixe serra;
- Determinar a curva de salga e secagem;
- Avaliar físico-química e microbiologicamente o pescado salgado e seco

2 REVISÃO DE LIEATURA

2.1 Aspectos Gerais do Pescado

A denominação genérica “pescado” compreende todo organismo aquático, como peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios, mamíferos e algas, quer sejam de água doce ou salgada (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994). Pode ser comercializado nas formas *in natura* ou industrializado. A forma *in natura* corresponde ao pescado recém-capturado, submetido ou não ao resfriamento ou congelamento, sendo adquirido em seu estado cru. A forma industrializada requer processo mais elaborado de transformação, como filetagem, salga, defumação, pescado embutido, evisceração seguida de refrigeração por período mais longo etc. (OGAWA; MAIA, 1999).

Pescado é um alimento importante na dieta humana, como fonte de proteínas, lipídios e componentes bioativos, e conhecer as inter-relações pode ajudar a entender melhor as dependências entre as espécies e os constituintes químicos do pescado. A dieta alimentar do peixe tem grande influencia sobre a sua composição química (MACHADO, 1984).

Segundo Contreras-Guzmán (1994) o formato do corpo tem grande importância na escolha dos equipamentos para pesca, estocagem a bordo e processamento. A musculatura dos peixes, em geral, tem estrutura simétrica, que pode ser dividida em cabeça, corpo e cauda, e consta de três grupos de músculos estriados. Os músculos dos peixes correm no sentido do eixo principal, mas as fibras não apresentam continuidade desde a cabeça até a cauda, pois estão segmentadas por divisórias de tecido conjuntivo (colágeno) chamadas de miocepta, e os segmentos são chamados de miômeros ou miotomas com comprimento em função do tamanho do peixe. O tecido muscular do peixe é composto de músculo estriado, cuja unidade funcional é a fibra muscular, constituída de miofibrilas (proteínas contráteis - miosina e actina) e envolvida pelo sarcolema. Em geral, no pescado, existem dois tipos de tecido muscular, o branco (ou claro), predominante e o vermelho (ou escuro).

A composição química do pescado permite classificá-lo em grandes grupos de alimentos, de acordo com os teores de água, lipídios, proteínas e minerais. A composição química percentual do pescado não inclui a determinação de carboidratos, porque o teor, em geral, é inferior a 1%, exceto em alguns moluscos que pode atingir até 10% (MACHADO, 1984).

A água é o principal componente do pescado, chegando a constituir de 60% a 85%

da parte comestível. Uma parte da umidade da carne de peixe encontra-se fortemente ligada a proteínas e carboidratos (15% a 25%) denominada água de constituição. A outra fração está envolvida na estrutura de rede do músculo fibrilar e do tecido conetivo, atuando como meio de dissolução, e denominada água livre (OGAWA; MAIA, 1999).

O músculo do peixe é rico em proteínas de alto valor nutritivo além de balanceamento de aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina). A lisina, por exemplo, aminoácido limitante em cereais, representa mais que 10% da proteína do pescado e contém o triplo da quantidade encontrada no arroz (2,8%), sendo comparável à proteína padrão da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Por tais atributos, o pescado é considerado um complemento adequado para dietas monótonas e baseadas em carboidratos, típicas das populações mais pobres (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

A maioria dos componentes nitrogenados do pescado faz parte das proteínas, porém, o tecido muscular contém compostos nitrogenados não protéicos. Dependendo da solubilidade, as proteínas podem ser divididas em: sarcoplasmáticas (20% a 30%; solúveis em água e a maioria têm atividade enzimática), miofibrilares, 65% a 75%, formadas pela miosina, actina e tropomiosina, importantes do ponto de vista nutritivo e tecnológico, insolúveis (vasos sanguíneos e nervos) e do estroma, colágeno e elastina, importante na textura do pescado (CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; OGAWA; MAIA, 1999).

O pescado é rico em lipídeos e ácidos graxos poliinsaturados, em especial, ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA) os quais apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicérides e colesterol no sistema cardiovascular humano, porém, a gordura não se distribui por igual em todo o corpo do animal, e varia também entre os tecidos e órgãos (FRANCO, 2007).

Carter (2000) classifica peixes de acordo com seu teor de lipídios em gordos (teores superior a 10%), moderadamente gordos (5% a 10% de lipídios), e magros aqueles com menos que 5% de lipídios. Contreras-Guzmán (1994), Ogawa e Maia (1999) classificam em magro aquele com teor de lipídeo menor que 2,0% e gordo aquele com teor de lipídeo superior a 2,0%.

Em relação ao teor de carboidratos, observa-se uma variação entre 0,3% a 1% de em algumas espécies de pescado na forma de açúcares livres e fosfossacarídeos, e ainda na forma de glicogênio que, acredita-se, funcionar como reserva energética (MACHADO, 1984).

Tabela 1. Composição centesimal média da carne de peixe.

Parâmetro	Porcentagem média
Umidade	50 a 84
Proteína	6 a 28
Lipídeos	1 a 15
Cinzas	0,8 e 2
Carboidratos*	0,3 a 1

Fonte: Germano (2008).

O pescado é rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B e vitaminas lipossolúveis A, D e E em peixes com níveis altos de lipídios. Entretanto, pode haver perdas dessas vitaminas durante o manuseio e processamento por à ação do calor, luz, oxigênio e enzimas e lavagem (GERMANO, 2008).

Como componentes inorgânicos (fonte de minerais) na dieta humana, a carne de peixe é rica em inúmeros minerais fisiologicamente importantes, tais como Potássio, fósforo, sódio, magnésio, cálcio, ferro, manganês e iodo, estando esses minerais presentes em quantidades apreciáveis no pescado (GONÇALVES, 2011).

2.2. Panorama Socioeconômico e Estado da Pesca no Estado do Maranhão

O Maranhão conta com uma população de 6.424.340 milhões de habitantes. A taxa de mortalidade infantil é de 36,5%. O analfabetismo atinge 19,1% da população, sendo que a taxa de analfabetismo funcional é de 31,7% (IBGE, 2010).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Social 3,1 milhões de pessoas no Estado do Maranhão vivem com recursos do Bolsa Família e 94% dos maranhenses dependem do sistema de saúde pública.

Segundo dados do Programa Nacional por Amostras de Domicílios - PNAD (2009), 33,4% da população maranhense vivem em estado de insegurança alimentar leve, 16,4% vivem em insegurança alimentar moderada, e 14% vivem em estado de insegurança alimentar grave. Esses dados demonstram privação das prerrogativas garantidas pela Lei

Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2006), deixando um rastro que de imediato é pouco visível, porém a médio e longo prazo, as conseqüências são desastrosas para uma população, em particular, para as crianças, as quais são mais atingidas pelos danos causados no desenvolvimento físico, mental e social.

O litoral maranhense estende-se da foz do rio Gurupi, divisa com o estado do Pará, a foz do rio Parnaíba, divisa com o estado do Piauí, totalizando uma extensão de 640 km, com características distintas. Da foz do rio Gurupi até o município de Alcântara, encontram-se as Reentrâncias Maranhenses, caracterizadas pela presença de ampla faixa de manguezais recortados formando baixos e estuários, que se interligam por canais laterais. Da foz do rio Parnaíba até a baía de Tubarão encontra-se os Lençóis Maranhenses caracterizados por dunas e um grande número de lagoas costeiras. Entre essas duas áreas, encontra-se o Golfão Maranhense, com duas grandes baías, São Marcos e São José de Ribamar, separadas pela ilha de São Luís (STRIDE, 1992).

A pesca é uma das atividades mais tradicionais para os povos que habitam as regiões costeiras e constitui em muitos casos, a exemplo do Estado do Maranhão, a principal fonte protéica de alimentação. Assim, proteger os recursos pesqueiros e fazer seu uso sustentável é de grande importância para o desenvolvimento e qualidade de vida dessas comunidades. Para operacionalizar um manejo adequado dos recursos, é necessária a compreensão dos fatores (ambiental, tecnológico, econômico, social, cultural e institucional) que influem direta ou indiretamente na produção (SANTOS, 2005).

O impacto social da atividade pesqueira é de grande relevância em todos os estados brasileiros, porém, no Maranhão se evidencia, visto que 75% da população costeira dedicam-se a essa atividade (ISAAC, 2006).

Segundo Boletim Estatístico da Pesca e Aqüicultura (2010), o Brasil produziu 1.240.813 toneladas de pescado (pesca extrativa e aqüicultura) em 2009, ocupando a 18ª posição mundial. Em 2010, a produção de pescado nacional foi de 1.264.765 toneladas. O Nordeste brasileiro se destacou como maior produtor nacional, com 410.532 toneladas, 32,5% do total nacional. O Estado do Maranhão com 98,4% da sua produção anual proveniente do setor artesanal produziu 71.647,8 toneladas, ficando em 8º lugar no ranking nacional, e em 3º lugar no Nordeste. Na pesca extrativa marinha, o Maranhão produziu 43.780,1 toneladas, ficando em 5º lugar nacional e 2º lugar no Nordeste. Com relação à pesca extrativa marinha, 465.455 toneladas se referem a peixes, e destes, 9.573 toneladas foram de peixe serra. Do total pescado no Maranhão

Segundo dados do Registro geral da Atividade Pesqueira (RGP) do Ministério da Pesca e aqüicultura, até 31 de dezembro de 2010, foram efetivados 853.231 mil registros de

pescadores profissionais. Desse total nacional, as Regiões Norte e Nordeste do Brasil totalizam 72,4%. O estado do Maranhão detém o 1º lugar do Nordeste, com 116.511 registros de pescadores profissionais, sendo 56.303 (48,32%) masculinos e 60.208 (51,68%) femininos.

Segundo Almeida (2010) a baixa organização social dos atores da pesca, conflitos entre a atuação das frotas, poucas iniciativas de autogestão, processos de manejo e políticas públicas inoperantes são exemplos de vazios no setor pesqueiro brasileiro. O mesmo autor recomenda investimentos urgentes em projetos com objetivos de reverter esse quadro que se apresenta no setor pesqueiro do Maranhão. Recomenda ainda maior atenção no escoamento da produção pesqueira das comunidades da Raposa e de São José de Ribamar para estados vizinhos, a exemplo do Ceará. No contexto da comercialização do produto, a presença exagerada do atravessador, intermediador entre o produtor e o consumidor, gera dependência para comercialização do produto, divide a renda do pescador e eleva o preço final do produto. A produção de peixes, como pargo e ariacó, é totalmente exportada para o estado do Ceará a preços baixos. Lá, esse pescado é filetado e exportado para os Estados Unidos a preços altos. Portanto, não existe no estado, uma estrutura de mercado organizada, nem políticas públicas que garantam maior aproveitamento destes recursos pela população.

A situação torna-se especialmente lamentável, visto que, a pesca representa uma importante fonte de renda para 80% da população costeira, que se dedica a essa atividade. O grande impacto social desta atividade se evidencia na falta de organização, indicadores sociais precários, baixo índice de desenvolvimento humano e muitos conflitos entre classes de trabalhadores (ISAAC, 2006; ALMEIDA et al., 2010).

O peixe serra (Figura 1), classificado como *Scomberomorus brasiliensis* (COLLET et al., 1979), é a espécie marinha pertencente à família *Scombridae*, com nome vulgar serra, sinonímia serrinha, classificada, segundo a sua posição trófica na coluna d'água, como pelágico. Tem comprimento médio 53,2 cm e peso médio 1.208 g. É ovovíparas com fecundação externa, sendo evidente a participação predominante de fêmeas. Espécie eminentemente carnívora, tendo como alimento principal peixes menores, como alimento secundário os crustáceos e moluscos e como alimento ocasional os vegetais superiores. Formam cardumes e podem desenvolver grandes velocidades na migração à procura de alimentos ou durante a desova. Possui a maior percentagem em número de indivíduos nos desembarques, na maioria dos estados do Norte e Nordeste, durante a maior parte do ano (FONTELES-FILHO, 1988).

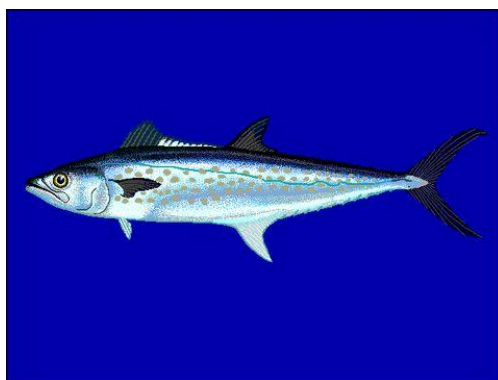


Figura 1. Peixe serra, *S. brasiliensis*, capturado no litoral maranhense.

Fonte: fishbase

As capturas ocorrem nas regiões costeiras maranhenses, predominantemente no litoral ocidental, utilizando-se redes serreira de tamanho variado, podendo atingir dois mil metros de comprimento, com embarcações de madeira, de médio porte (7 a 8 metros de comprimento), com motores de até 22 HP, classificadas como serreira (Figura 2).



Figura 2. a) Embarcações utilizadas na captura do peixe serra. b) rede utilizada na captura do peixe serra denominada serreira. Porto pesqueiro do município de Raposa - MA

Segundo Almeida et al. (2010) as características comuns aos sistemas pesqueiros que atuam diretamente na captura do peixe serra são:

- preço médio de comercialização (atualizados) para o primeiro atravessador é de R\$ 4,00 (quatro reais), com taxa de variação de preços até ao consumidor final no estado em torno de 50%, e para o consumidor de outros estados do nordeste de até 300%;
- renda mensal do pescador variando de duzentos e seiscentos reais;
- moradias de madeira ou de madeira e barro, ou ainda casas de alvenaria em menor número, sem saneamento básico adequado;

- grau de escolaridade dos pescadores é o ensino fundamental incompleto (68%) e de baixa qualidade;
- a única forma de organização é a colônia de pescadores, entretanto grande número de pescadores não cadastrado;
- existência de conflitos em função de grande número de pescadores de diferentes modalidades de pesca, atuando na mesma área;
- inexistência de medida tradicional e governamental voltada para manutenção do estoque do peixe serra;
- ausência de informações e capacitação dos pescadores.

Como baixo valor comercial e elevado volume de captura, boa parte da produção do peixe serra, que não é vendida na forma *in natura*, tem como destino as micro indústrias artesanais (Figura 3), onde é utilizada como matéria-prima para o processamento de salga e secagem natural.



Figura 3. Processamento de pescado na Raposa-MA. a) instalação de salga e secagem. b) processo de salga. c) processo de secagem.

2.3. Aspectos Físico-químicos e Microbiológicos do Pescado

O pescado é um alimento diferenciado por várias razões, uma delas é por perder rapidamente suas características sensoriais se algumas exigências não forem cumpridas. Após a captura, o ideal seria seu consumo ou processamento e congelamento imediato, mas na falta de condições para essas operações, o acondicionamento em gelo é fundamental para o frescor e qualidade do pescado. O gelo utilizado deve ser fabricado e mantido sob condições higiênicas para não contaminar o pescado. A higiene do barco é outro parâmetro importante, pois os cuidados com o pescado devem ter início a bordo nas operações de manuseio e acondicionamento em gelo. Portanto, as providências relativas ao tempo, temperatura e higiene deverão ser cumpridas para se ter um pescado com as características sensoriais semelhantes àquelas de um recém-capturado (VIEIRA, 2004).

O pescado, logo após sua captura, sofre uma série de alterações bioquímicas, físicas,

químicas e microbiológicas que se iniciam pela autólise de enzimas musculares que hidrolisam proteínas e gorduras. A manipulação do pescado, no intervalo de tempo entre a captura e o consumidor, determina a intensidade das alterações por processo enzimático, oxidativo e microbiológico. A rapidez com que se desenvolvem cada uma dessas alterações depende de como foram aplicados os princípios básicos de conservação, higiene, manipulação. O grau de esgotamento energético, danos físicos, limpeza e higiene, produção de muco superficial, *rigor mortis*, autólise (proteína e lipídios) e decomposição microbiana são fatores que influenciam o frescor do pescado, portanto determina a qualidade dos produtos derivados (GEROMEL;FOSTER, 1989;GONÇALVES, 2006).

Com a morte do pescado a adenosina trifosfato (ATP) continua proporcionando energia durante curto período de tempo para a manutenção das funções musculares (ação da creatina fosfaquinase). Uma limitada reserva de nutrientes, na forma de glicogênio muscular, continua possibilitando a síntese de ATP. A falência do sistema circulatório provoca ausência de oxigênio para o metabolismo aeróbico (síntese do ATP através da reação de fosforilação oxidativo), causando alterações no mecanismo de utilização de energia, quando o metabolismo é desencadeado, por meio da glicólise anaeróbica, onde cada molécula de glicose proporciona três moléculas de ATP, fornecendo energia para a fisiologia muscular. Um dos componentes resultante desse processo é o ácido láctico, que se acumula no músculo e provoca a queda do pH. Essas alterações se distribuem em três etapas: *pré-rigor mortis*, *rigor mortis* e *pós-rigor mortis*. A etapa *pré-rigor mortis* compreende o intervalo entre a morte do animal e o início da contração muscular, quando o músculo ainda responde a estímulos elétricos. A duração dessa fase depende das reservas de ATP e glicogênio no momento da morte. A fase *rigor mortis* se caracteriza pelo enrijecimento do músculo por contração externa e irreversível de suas fibras (complexação actina-miosina) em consequência do esgotamento das fontes energéticas e o pH do músculo chega ao seu valor mínimo. O início do *rigor mortis* pode ser evidenciado pela ausência de reação ao estímulo elétrico pelo tato, e o período de duração depende da espécie; fatores fisiológicos; grau de exaustão do pescado; tamanho; temperatura da água; cultivo; condições de morte e tratamento imediato após a morte. O resfriamento imediato a bordo é o melhor meio de prolongar o período *rigor mortis* nos peixes marinhos. O término do *rigor mortis* é caracterizado pela descontração e recuperação da elasticidade muscular, além de um acréscimo considerável da solubilidade das proteínas. Na etapa *pós-rigor mortis*, o músculo torna-se macio e recupera muitas das propriedades que tinha na etapa *pré-rigor mortis*. O pH muscular, a retenção de água, a extensibilidade aumentam e atingem valores ligeiramente inferiores ao *pré-rigor*(CONTRERAS-GUZMÁN, 1994; OGAWA;

MAIA,1999).

Segundo Gonçalves et al. (2011) o grau do frescor e qualidade do pescado é muito influenciado pela duração do período *rigor mortis*, conseqüentemente, para a qualidade do produto final. Em razão da complexidade do processo de decomposição do pescado, torna-se impossível o uso de apenas um método para avaliar a qualidade do produto final. Em geral, são utilizados métodos sensoriais (subjetivos) e métodos não sensoriais (físicos, químicos, histológicos e microbiológicos) denominados objetivos. Testes químicos para acompanhar o frescor, baseados na formação de produtos metabólicos solúveis, somente são detectados acréscimos quando a velocidade de formação exceder a velocidade de lixiviação. O conceito mais próximo sobre a evolução da qualidade é chamado frescor bioquímico, fase entre a captura e o fim do *rigor mortis* e de frescor microbiológico (mudanças de qualidade no pós-rigor por ação bacteriana). Na primeira fase, os compostos são de origem autolítica, e ocorre apenas uma pequena diminuição da qualidade extra. Na segunda fase, os compostos são produtos da atividade bacteriana, que deve ser minimizada para compatibilizá-la com as atividades de comercialização e processamento.

A deterioração do pescado resulta na produção de vários compostos nitrogenados, sendo os mais freqüentes, a trimetilamina, dimetilamina, amônia, putrescina, cadaverina, espermidina e ácidos voláteis. A porcentagem de bases voláteis pode ser uma indicação do grau de conservação do pescado, especialmente os peixes, pois é diretamente proporcional à deterioração do produto. Para espécies como cação, raias, siris e outros, o valor de BVT é elevado sem que, necessariamente estejam deteriorados. A legislação brasileira limita o teor de N-BVT a 30 mg de nitrogênio por 100 g de carne, para os peixes inteiros e eviscerados (LEITE, 2005; HOWGATE, 2010; IAL, 1985) .

A decomposição bacteriana dos aminoácidos sulfurados da carne de pescado libera enxofre, o qual em meio ácido transforma-se em gás sulfídrico (H_2S). A pesquisa de gás sulfídrico é indicada para avaliar o estado de conservação do pescado fresco e de produtos relacionados com o pescado curado. Porém, esta prova não ser aplicada no caso de produtos condimentados e em conservas de pescado que foram processados em alta temperatura e baixa pressão (IAL, 1985).

Para uma avaliação da qualidade geral do pescado é necessário à determinação de acidez que pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de diversos alimentos, inclusive de pescados e derivados. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre o pH. Portanto, essa medida em pescados e derivados é um indicativo para avaliação da qualidade (GEROMEL; FOSTER, 1989, IAL, 1985).

O conhecimento quantitativo da composição química dos músculos de peixes de interesse comercial é de importância para formulação de dietas apropriadas e para definição de procedimentos técnicos para a indústria de processamento. Considerando a importância do peixe serra para a Região Nordeste, a sua composição química foi analisada por Nunes et. al. (1976) (Tabela 2) e determinada no mesmo dia de sua captura.

Tabela 2: Composição centesimal do peixe serra avaliada bimestralmente por período de um ano.

Parâmetros (%)	1º	2º	3º	4º	5º	6º	Média Anual
Proteína	17,8	20,0	20,2	20,7	20,7	18,7	19,6
Umidade	77,2	75,2	75,9	75,2	75,0	75,6	76,0
Gordura	2,2	1,9	1,7	2,2	1,9	1,3	1,8
Cinza	1,2	-	1,4	1,3	1,5	1,5	1,4

Fonte: Nunes et. al. (1976)

Os valores médios de proteínas e gordura permitem incluir a espécie *S. brasiliensis* na categoria “A” de Stanby e Olcott (1968), em virtude da alta concentração de proteína (15 a 20%) e baixa concentração de gordura (inferior a 5 %).

O número de bactérias no muco e pele do peixe marinho varia de 100 unidades formadoras de colônias (UFC) a vários milhões por cm². O fluido intestinal pode conter de 10³ a 10⁸ UFC/ml e as guelras podem abrigar de 10³ a 10⁶UFC/g. Esses números poderão ser bastante reduzidos se o pescado for devidamente lavado (FRAZIER; WESTHOFF, 1988).

Vieira et. al. (2006) ao estudarem as características microbiológicas de carne de siri, antes e após a adoção de medidas de boas práticas, relataram contagens padrão em placas (CPP) de microrganismos aeróbios estritos e facultativos viáveis de 1,7x10⁴ a 2,5x10⁵ UFC/g, antes e depois das alterações respectivamente. Após mudanças na higienização, no tempo de exposição da carne à temperatura ambiente e no uso de luvas, esses números foram reduzidos para 6,6x10² a 5,5x10³ UFC/g. Conclui-se que o trinômio higiene x temperatura x tempo são importantes na redução da microbiota iniciante do pescado.

A natureza pecilotérmica do pescado permite às bactérias crescerem num amplo intervalo de temperatura. Assim, a microbiota dos pescados de águas temperadas é dominada por Gram-negativas psicotróficas pertencentes aos gêneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acnetobacter*, *Shewanella*, *Flavobacterium* e as famílias *Vibrionaceae* e

Aeromonadaceae. A microbiota do pescado de águas tropicais carrega maior quantidade de bactérias entéricas e de Gram-positivas, mas muito semelhante à microbiota dos pescados de águas temperadas. Em geral, o pescado congelado tem contagem microbiana mais baixa se comparado com a do pescado fresco. Algumas bactérias psicrotólicas, com ótimo crescimento entre 20 °C e 30 °C crescem em temperaturas de refrigeração e causam deterioração (JAY, 2005).

Liston (1980) estabeleceu uma seqüência para explicar a deterioração do pescado:

- a) Logo depois do término do rigor mortis (fase de rigidez), os aminoácidos e outras substâncias não protéicas são utilizados pelos microrganismos;
- b) Há um desenvolvimento seletivo de algumas bactérias, principalmente *Pseudomonas* e *Alteromonas* (hoje *Shewanella putrefaciens*) que usam rapidamente esses compostos e formam outros de aroma desagradável;
- c) A baixa reserva de aminoácidos para as bactérias provoca uma interrupção na repressão de proteínas iniciando assim novo processo na decomposição das proteínas o que resulta na reposição de aminoácidos no substrato. Como resultado, há um aumento nos produtos de decomposição dos aminoácidos (bases, compostos voláteis, sulfeto de hidrogênio e outros sulfurados), o que acelera a deterioração do pescado.

A classe e a quantidade de substâncias extrativas nitrogenadas disponíveis nos músculos na forma de aminoácidos livres, peptídeos simples (anserina, glutatona, óxido de trimetilamina - OTMA, creatina e taurina) exercem importante papel no aparecimento de outros produtos de degradação por constituir o ponto de partida para atividade dos microrganismos (LEITÃO, 1988).

De acordo com Ogawa e Maia (1999) as maiores alterações químicas associadas à deterioração estão relacionadas com a produção de bases nitrogenadas voláteis (BVT), em particular com a trimetilamina (TMA) resultante do OTMA e amônia (NH₃) decorrente da desaminação oxidativa da creatina e da decomposição de aminoácidos por desaminação óxido-redução e degradação anaeróbica.

Segundo Vieira (2004) alterações em pescado seguem o mesmo curso, entretanto, a velocidade varia entre espécies. Os elasmobrânquios produzem grandes quantidades de amoníaco. Entre os teleósteos marinho, a cavala se altera rapidamente, com produção de histidina e posterior formação de histamina. Há também grande diferença entre o pescado de águas salgada e doce. Algumas bactérias são relacionadas a enfermidades através do consumo do pescado, porém nem todas figuram na RDC n°12 da ANVISA (BRASIL, 2001). Esta resolução somente determina em pescados, limites para Coliformes a 45 °C,

Estafilococos Coagulase Positivo, Salmonella sp. e Vibrião parahaemolyticus. Porém, *Aeromonas hydrophila*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *V. Cholerae* e outros vibrios podem ser detectados em pescados.

Existem basicamente duas maneiras de os microrganismos provocarem doenças transmitidas ao homem por alimentos: através de intoxicação, quando toxina previamente formada pelo microrganismo no alimento é ingerida; e por infecção, quando ocorre a ingestão do microrganismo que contamina o alimento e sua conseqüente fixação, colonização de órgãos ou tecidos específicos, desenvolvimento, multiplicação e lançamento de toxinas elaboradas por esses microrganismos. Geralmente a infecção provoca febre, diarréia e vômito, como necessidade de administração de antibiótico, enquanto na intoxicação raramente ocorre febre, podendo haver necessidade de administração anti-soros. As toxinas botulínicas são mais graves e as seqüelas maiores, necessitando a administração de anti-soro para neutralizar a toxina. Outros organismos poderão causar diarréias por ingestão de alimentos, tais como protozoários e vírus (VIEIRA et al., 2004).

Bactérias causadoras de intoxicação e infecção, como *Staphylococcus aureus* e *Clostridium botulinum*, quando infectam o pescado, podem causar intoxicações no consumidor se alguns fatores contribuírem para pré-formação da toxina. No caso do *C. botulinum*, a toxina é desnaturada pela ação do calor (termolábil). O *S. aureus* sintetiza diferentes toxinas que resistem à temperatura de 100°C por 30 minutos (BERGDOLL, 1979). *Salmonella*, *Shingella*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* e *V. cholerae* são causadores de infecções alimentares quando presentes em pescados em número suficientemente elevado (VIEIRA et al., 2004).

Barreto (2001) realizou um trabalho de investigação em manipuladores de uma indústria de pescado em Fortaleza-CE e isolou *S. aureus* em 60% dos indivíduos pesquisados, sendo as regiões da boca, garganta, mucosa nasal e mãos, as de maior potencial de transmissão durante o processamento.

Clostridium botulinum, por ser uma bactéria anaeróbia, tem seu perigo relacionado ao pescado envasado. O *C. botulinum* tipo E é o tipo isolado do solo marinho, portanto pode infectar pescados, que em condições de anaerobiose, o esporo passa à célula vegetativa, sintetizando toxinas no pescado. Pode ocorrer em pescados processados pela salga, defumados, em molho, caviar e produtos submetidos à maturação (Germano et. al., 1993).

Para manutenção das características de frescor do pescado é necessário que imediatamente após a captura o pescado seja lavado, eviscerado e refrigerado. Ações de boas praticas de manipulação deverão ser aplicadas desde o barco até a comercialização do

pescado. Outro fator importante é o gelo no qual o pescado ficará acondicionado, que deverá ser de excelente qualidade e preparado de acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (GONÇALVES, 2011).

A descarboxilação origina inúmeras aminas biogênicas no pescado, e tem sido associada a efeitos tóxicos, constituindo perigo em potencial à saúde humana (OGAWA; MAIA, 1999).

Carmo (2010) observou que o efeito tóxico de algumas aminas pode ser potencializado pela presença concomitante de outras aminas, como putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, fenilamina, espermidina e espermina. Algumas espécies da família *Scombridae* (atum, bonito, serra, arenque, cavala, sardinha etc.) apresentam elevado conteúdo de histidina no músculo, e após ação de enzimas descarboxilantes de origem bacteriana (histidina descarboxilase), dá origem à histamina, um alérgeno muito ativo e termoestável, sendo apenas parcialmente destruída após três horas de aquecimento ou após 1,5 horas a 116 °C.

Vários surtos de intoxicação por ação da histamina têm sido associados aos peixes das famílias *Scombridae*, *Scomberesocidae* e *Clupeidae*, cuja denominação é escombrotismo, entretanto, os peixes de outras famílias também estão envolvidas. A intensidade da intoxicação por histamina depende da dose ingerida no alimento e da suscetibilidade do organismo, podendo ocorrer vários sintomas cutâneos, gastrointestinais e hemodinâmicos. Uma concentração de histamina acima de 50 mg/100g pode provocar uma reação alérgica. A histamina parece não ser o único agente responsável pelos sintomas de intoxicação, já que é possível ingerir até 180 mg de histamina na ausência de alimentos sem causar efeito sério. Estudos mostram que a putrescina e a cadaverina potencializam a ação da histamina quando presentes no peixe deteriorado (LENZA, 2006; HUNGERFORD, 2010).

Alergia em consequência do consumo de pescados é comum entre nas comunidades pesqueiras do maranhão. É costume dizer que o peixe é “carregado” em referência ao pescado que causa intoxicações freqüentes. As reações adversas são representadas por qualquer reação à ingestão de alimentos ou aditivos alimentares, podem ser tóxicas e não tóxicas. As tóxicas dependem principalmente da substância ingerida; as não tóxicas dependem da suscetibilidade do indivíduo, que podem ser caracterizadas como intolerância alimentar ou como hipersensibilidade alimentar, ou seja, alergia alimentar (SOLÉ et al., 2008).

Os alérgenos alimentares são antígenos (proteínas ou glicoproteínas) capazes de estimular o sistema imunológico do corpo para produzir antígeno específico

imunoglobulinas (IgE), sendo assim, indivíduos com alergia a peixe produzirão anticorpos IgE específicos contra seqüência específica de aminoácidos encontrados nas estruturas dos antígenos de proteínas de peixe. Alergias a peixe, ovos, leite e amendoim são comumente notificadas. A intolerância alimentar é muitas vezes confundida com alergia alimentar devidos às reações semelhantes. Um indivíduo normal desenvolve tolerância às proteínas do alimento, porém, em alguns indivíduos, a mesma proteína pode provocar reação alérgica (YAMADA, 2002).

Alérgenos alimentares são glicoproteínas hidrossolúveis, termoestáveis e resistentes a ação de ácidos e proteases, capazes de estimular resposta imunológica IgE ou celular. São comuns alérgenos alimentares em crianças por ingestão de peixe (Parvalbuminas-alergenos M) e ingestão de crustáceos (tropomiosina) (YAMADA, 2002).

As toxinas produzidas por bactérias podem estar associadas ao pescado, dentre elas a tetrodotoxina, cuja intoxicação é conhecida por “Puffer Fish Poisoning”. Os sintomas ocorrem até três horas após a ingestão do pescado contaminado, apresenta formigamento de lábios, parada respiratória, arritmia cardíaca e óbito. No Brasil, a intoxicação por baiacu é conhecida pela população e seu consumo é evitado. No entanto, em algumas regiões, é comum o consumo de certas espécies de baiacus preparados de forma apropriada (SCHRAMM; PROENÇA, 2011).

2.4 Normas e Padrões de Qualidade para o Pescado

Os principais objetivos da legislação sobre o processamento dos produtos da pesca e aquicultura são a saúde do consumidor, a segurança dos produtos processados e a sua influência sobre a comercialização (GONSALVES et. al., 2011).

A inspeção sanitária e industrial de pescado e derivados foi estabelecida pela Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, a qual foi regulamentada pela Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) por meio do Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Esta lei determina as características de frescor que deve ser observado em peixes, crustáceos, mariscos e moluscos *in natura*. Os critérios para peixe fresco:

- estar livre de contaminantes físicos, químicos e biológicos;
- aparência deve apresentar ausência de manchas, furos ou cortes na superfície;
- escamas devem ser bem firmes e resistentes, translúcidas e brilhantes;
- pele úmida, firme e bem aderida; os olhos devem ocupar toda a cavidade, ser brilhantes, e salientes sem apresentar pontos brancos ao centro do olho;
- membrana que reveste a guelra (opérculo) deve ser rígida e oferecer resistência à

sua abertura, a face interna deve ser brilhante;

- brânquias de cor rosa ao vermelho intenso, úmidas, brilhantes e ausência de muco;
- abdômen aderido ao osso fortemente e de elasticidade marcante;
- odor sabor e cor característicos da espécie e conservado sob refrigeração ou gelo.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de peixe Salgado e Peixe Salgado e Seco (BRASIL, 2000), peixe salgado é o produto elaborado com peixe limpo, eviscerado, com ou sem cabeça e convenientemente tratado com sal (cloreto de sódio), com nível de saturação de 100%, com ou sem aditivos, não podendo conter mais de 50% de umidade para as espécies consideradas gordas, e 55% de umidade para as espécies consideradas magras.

Segundo o mesmo Regulamento acima o Peixe salgado e seco é o produto elaborado com peixe limpo, eviscerado, com ou sem cabeça e convenientemente tratado com sal (cloreto de sódio), com nível de saturação de 95%, com ou sem aditivos, devidamente seco, não podendo conter mais de 40% de umidade para as espécies consideradas gordas e 45% de umidade para as espécies consideradas magras. Esses produtos são classificados segundo as suas formas de apresentação em eviscerado (com ou sem cabeça) e espalmado (descabeçado, eviscerado e aberto mediante corte ventral (da região mediana até a nadadeira caudal)). O pescado a ser processado deve ser proveniente de peixes saudáveis (fresco ou congelado) com qualidade adequada para ser comercializado. O sal utilizado na salga deverá ser de qualidade alimentícia, possuir uma composição apropriada, com ausência de material estranho, sem sinais visíveis de contaminação por sujidade, resíduos de óleos e sem microrganismos que possam prejudicar a qualidade do produto final, não sendo permitida sua reutilização. Os peixes devem ser bem lavados, a cavidade ventral limpa, a fim de remover resíduos de sangue e vísceras. Após essa limpeza, os peixes devem ser misturados ao sal (cloreto de sódio) e permanecer em salmoura ou sal o tempo suficiente para que a concentração do sal se distribua uniformemente em todo o músculo e permita a cura, em temperatura própria, que garanta a qualidade do produto final. É proibido o emprego de salmoura turva, suja, alcalina, com cheiro amoniacal, fermentada, sendo permitida a recuperação da salmoura, após fervura e filtração.

Ainda segundo a mesma Portaria, no caso do peixe salgado e seco, após a salga, a secagem poderá ser natural ou artificial. O produto final deve ser convenientemente embalado com material adequado às condições de armazenamento, em temperatura não superior a +5°C, sob a qual o produto deverá ser mantido durante o transporte, estocagem, distribuição e venda final. Esse produto deva apresentar superfície livre de mofo, ovos ou

larvas de mosca, machas escuras ou avermelhadas, limosidade superficial, amolecimento e odor desagradável.

Brasil (1997) as determinações físicas e químicas para caracterização do pescado fresco são:

- reação negativa de gás sulfídrico e indol (exceção dos crustáceos com limite máximo de indol de 4,0 g/100g);
- pH de carne externa inferior a 6,8 e da interna, inferior a 6,5 no peixe;
- bases voláteis totais inferiores a 30mg de nitrogênio por 100g de carne;
- bases voláteis terciárias inferiores a 40mg/100g de carne.

Ainda segundo Brasil (1997) o sal para uso no processo de salga deve ter:

- teor mínimo de cloreto de sódio de 96,5%;
- ausência de substâncias orgânicas e minerais estranhas à composição normal do sal;
- grau de turbidez máximo 0,2%.

2.5 Processamento Tecnológico de Salga e Secagem

O processamento artesanal de salga e secagem de pescado é uma importante fonte de renda para as populações tradicionais de pescadores e, de modo geral, agrega valor ao pescado. É importante ressaltar que a tecnologia é apenas uma ferramenta para viabilizar um determinado produto para um mercado potencial e que a produção deverá ter responsabilidade com o consumidor desse produto, assim como responsabilidade social e ambiental (LARA et. al., 2007).

A salga e a secagem natural são processos importantes de conservação de pescados em áreas economicamente subdesenvolvidas, devido o alto custo de manutenção da cadeia de frio, ou até mesmo devido sua ausência. É um processo barato, fácil e eficiente de preservação do pescado. Entretanto, deve ser um processo bem feito, sob boas condições higiênicas, sobretudo na utilização de um sal de boa qualidade que produz savorização e eliminação de água da musculatura, tornando o produto final agradável, além de influenciar na vida de prateleira (PÉREZ et. al., 2007).

Em princípio, todas as espécies de pescados podem ser processadas por salga, embora as mais gordas sejam propensas às alterações devido à rancificação. Os peixes pequenos e os planos finos podem ser salgados inteiros e eviscerados, mas os de tamanho médio ou grande precisam ser eviscerados, abertos ou cortados em filés antes da salga (ORDÓNEZ; COLS, 2007).

No entanto, a qualidade do pescado salgado está intrinsecamente relacionada com a

qualidade da matéria-prima, pois salga não atenua os efeitos de alterações sensoriais, bioquímicas e microbiológicas que tenham ocorrido. Para tal, práticas adequadas de manuseio do pescado a bordo, evitando exposição direta ao sol e acondicionando-os sob temperatura adequada, entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ e $-2,0^{\circ}\text{C}$, logo após a captura são procedimentos pré-processamento de fundamental importância (VIEIRA, 2004).

Ainda com relação à matéria-prima, a composição do sal utilizado para salga é de grande importância. No processamento do pescado, o sal marinho é o mais utilizado, sendo a sua composição e granulométrica dependente do tipo salino, técnica de evaporação da água do mar, modo de recolhimento, condições atmosféricas e de armazenamento (BASTOS, 2006).

O sal grosso não tem classificação granulométrica. A legislação classifica como sal peneirado, quando se utiliza tamis n° 4 (4,76 mm de abertura); sal triturado, quando usa tamis n° 7 (2,83mm de abertura); moído, quando usa tamis n° 18 (1,00 mm de abertura) e como sal refinado, quando se usa tamis n°20 e n°140 (0,84mm e 0,105mm).

Segundo Pedro e Nunes (2011) o sal se classifica em fino, constituído de cristais de 0,5 a 1,5 mm; médio de 1,5 a 3,0 mm; grosso de 3,0 a 5,0 mm e em sal traçado, quando é constituído por uma mistura de sal grosso e fino.

Em relação à concentração de cloreto de sódio, é classificado em sal fraco, NaCl inferior a 90%; forte quando está compreendida entre 90% e 95%; e muito forte quando superior a 95%. Há no sal impurezas químicas como cloretos e sulfatos de cálcio e magnésio, que podem afetar a penetração no músculo, na cor, textura e sabor do pescado (ADOLFO LUTZ, 1985).

O sal de origem marinha pode ser portador de uma flora microbiana halófila contaminante, inclusive com esporos de *Clostridium* sulfito redutores (*Clostridium perfringens*), portanto é recomendável uso de sal tratado termicamente.

A conservação pelo sal baseia-se na remoção parcial de água do alimento pela pressão osmótica, desidratação osmótica, ou seja, na difusão do sal para o interior dos tecidos, com conseqüente perda de água livre para o interior da salmoura, resultando na redução da atividade de água (W_a) do produto. Esse processo envolve transporte de matéria, portanto há necessidade de um gradiente de concentração (LESSI, 1995 apud GONÇALVES, 2011).

Os objetivos principais em utilizar o processo de desidratação osmótica em pescado são: pré-tratamento para outros processos de conservação (secagem, defumação etc.), economizar energia e desenvolver mudanças sensoriais (ORDÓNEZ; COLS, 2007).

O sal pode melhorar as características sápidas do produto, aumentando a

palatabilidade, acentuando a percepção do *flavour*, diminuindo a sensação de amargo, melhorando a suculência e cor. Nos produtos com teores elevados de gordura, a percepção de sal fica mais acentuada. Porém, as características sápidas também dependem do grau de frescor e composição bioquímica da matéria-prima, visto que, a hidrólise enzimática de proteínas e lipídios (peptídeos, aminoácidos e ácidos graxos) contribui bastante para desenvolvimento e percepção do *flavour* característico (OGAWA; MAIA, 1999).

O pescado e os produtos pesqueiros salgados para apresentar boa qualidade devem ser preparados e acondicionados de maneira que estejam protegidos contra contaminação, conservem seu bom aspecto e mantenham sua inocuidade. O pescado deve ser salgado uniformemente, devendo permanecer em salmoura ou sal em tempo suficiente para que a concentração de sal se distribua de forma uniforme por todo o músculo. O pescado grande deve ser seccionado, filetado ou cortado antes da salga para permitir a penetração mais eficaz e uniforme do sal (PÉREZ, 2007).

Segundo Gonçalves et al. (2011), o processamento por salga, seja para simples salga ou para posterior processamento para produtos secos, defumados, anchovados e marinados, exige preparação adequada da matéria-prima e escolha criteriosa do processo. Para a preparação da matéria-prima, os operadores devem ter formação adequada e utilizar as ferramentas das Boas Práticas de Manipulação. A preparação da matéria consiste basicamente na descamação, descabeçamento (opcional), evisceração, escala ou filetagem e lavagem. A evisceração consiste em eliminar as vísceras com o objetivo de eliminar bactérias e enzimas que deterioram o pescado. Nessa etapa, é importante que as vísceras sejam recolhidas e armazenadas adequadamente para evitar contaminação cruzada e ambiental. Muitas espécies são escaladas pela zona ventral ou dorsal, com ou sem remoção parcial da espinha, ou filetadas de forma a facilitar a penetração do sal. Nessa etapa, é importante a pesquisa e remoção de parasitas que podem ser visualizados contra a luz sob a forma de manchas opacas. A lavagem com água clorada, contendo ou não pequena quantidade de sal, deve ser completa e cuidadosa para reduzir a carga bacteriana e eliminar restos de vísceras e sangue. Após lavagem, o pescado deve ser escorrido.

A salga pode ser realizada utilizando o processo de salga seca ou livre, salga em salmoura ou úmida e a salga mista. O produto resultante da salga pode ser classificado em muito salgado ou salga forte, bacalhau salgado e seco é um exemplo, ou ligeiramente salgado ou salga ligeira.

A salga seca ou livre é, sobretudo, utilizada para pescado magro e consiste no empilhamento dos peixes eviscerado sobre estrados ou em tanques perfurados, intercalados com camadas de sal, permitindo a drenagem contínua da salmoura que se forma (PÉREZ et

al., 2007).

Para a salga seca, a granulometria do sal é fundamental, pois o sal fino pode espalhar-se mais rápido e mais uniforme, porém origina a coagulação das proteínas dos tecidos superficiais, prejudicando a penetração do sal no interior do músculo, promovendo a aderência dos peixes e conseqüentes aspectos indesejáveis. O sal grosso espalha-se mais lentamente e de forma irregular, ocasionando uma penetração imperfeita, sendo, quase sempre necessária a reposição de sal. Já uma mistura de 1/3 de sal tipo traçado com 2/3 de sal tipo grosso produz ótimos resultados finais da salga. O tempo de salga é variável de acordo com a espécie e o grau de cura pretendido. Para acelerar a saída de água e uniformizar a distribuição do sal, podem ser colocados pesos sobre a pilha de pescado de modo a conseguir uma pressão uniforme e melhorar a cinética da salga. É conveniente que se refaça a pilha de pescado durante a salga, transferindo os peixes das camadas inferiores para as superiores, acrescentando sal se necessário (GONÇALVES, 2011).

É importante observar que durante o processo de salga seca devem-se controlar cuidadosamente a quantidade de sal, o tempo e a temperatura para preparo do produto, devendo a salga a seco ser efetuada em câmara fria sob temperatura inferior a 10 °C, para evitar a contaminação por bactérias halófilas e fungo pardo. Durante o processo de salga úmida deve-se garantir que a salmoura esteja saturada e que o pescado fique totalmente imerso (PÉREZ et al., 2007).

Para Gonçalves (2011) a salga em salmoura ou úmida é também recomendada para espécies magras ou gordas, onde a salmoura funciona como barreira ao oxigênio atmosférico, minimizando a oxidação da fração lipídica, evitando cheiro e sabor de ranço, e conseqüente coloração atípica do produto salgado. Esse processo consiste em preparar uma salmoura saturada com 360 g de sal para cada litro de água a 20 °C, ou outra com concentração previamente determinada em função da temperatura. Frequentemente coloca-se sal a mais para compensar a água que será liberada do pescado e assim, conseguir a concentração pretendida. Em geral são necessários 100 litros de salmoura para 100 Kg de pescado. Caso o sal e a água tiverem origem duvidosa é recomendado tratamento térmico para a salmoura, a qual deve se fervida a 100 °C durante 30 minutos, eliminando a espuma que se forma na superfície. O passo seguinte é introduzir o pescado na salmoura de modo que fique totalmente submerso. O tempo de salga depende da espécie e do tratamento, podem variar de 24 horas até 72 horas. Esse tipo de salga possibilita a preparação de produtos mais elaborados e com teores de sal mais homogêneos.

Leitão (1995) enfatizou que uma salmoura completamente satura tem 100° salômetros, obtida com a adição de 36,5 gramas para 100 mL. Uma solução salina 10%

inibe o desenvolvimento da grande maioria das bactérias. Já uma solução 22% inibe *Staphylococcus aureus*, a bactéria patogênica de mais tolerância ao sal.

A salga mista consiste empilhar o pescado como descrito para salga seca, porém, em tanques sem furos para permitir que a salmoura resultante se acumule e deixe a pilha de pescado totalmente submersa, se necessário, acrescentar salmoura preparada à parte ou mesmo sal durante o processo. Nesse tipo de salga é freqüente o uso de peso sobre a pilha para acelerar a expulsão do ar entre as camadas de peixe e sal para acelerar a saída da gordura. O tempo de salga depende das características pretendidas para o produto (GONÇALVES et al., 2011).

Esse mesmo autor enumera outros fatores que influenciam a salga de maneira significativa, são eles: temperatura, início da salga, tamanho e espessura do pescado, agitação da salmoura, imersão do pescado, pele e escamas, estado rigor mortis, presença de açúcares na salmoura, espécie, teor de gordura, granulométrica e contaminantes químicos do sal.

O sal impede a autólise, mas se a penetração for mais lenta do que o desenvolvimento da autólise haverá deterioração do pescado. O aumento da temperatura acelera o transporte dos sais para o interior do músculo, mas também acelera o fenômeno da deterioração. Quanto mais cedo começar a salga, mais cedo o sal penetra no músculo do pescado, mais cedo o fenômeno da autólise será suspenso, melhor serão as características do produto. Quando se é esperado atraso no início da salga, deve-se recorrer à refrigeração e congelamento. Quanto mais espesso for o peixe, assim como a pele, mais lenta a penetração do sal. A agitação da salmoura elimina a formação de gradientes, conduzindo a uma penetração de sal mais homogênea. Da mesma forma, o pescado deve ficar totalmente imerso na salmoura, porém não deve ficar em contato direto com o sal acumulado no fundo do tanque.

Segundo Sanclivier (1985) o processo de salga pode ser dividido em três fases:

- Inicialmente o pescado é submetido a uma pressão osmótica forte, quando há penetração do sal na parte superficial, visto que a parede celular se comporta como uma membrana semipermeável, e aos poucos, o sal vai penetrando nas camadas mais internas do músculo ao mesmo tempo em que a água vai saindo, conseqüentemente ocorre diminuição da massa do pescado. Nessa fase inicial, a água ligada às proteínas só participa desse mecanismo quando as concentrações de sal no interior e exterior do músculo estejam próximas ao equilíbrio. Paralelamente ocorre a desnaturação das proteínas e conseqüente contração das células musculares em virtude da desidratação;

- Na segunda fase, a pressão osmótica é menor, provocando uma movimentação do sal mais lenta e contínua, até que a concentração do sal na camada exterior entra em equilíbrio com a salmoura ou a camada de sal envolvente, ao mesmo tempo em que há uma lenta exsudação de água que acaba por parar. Entretanto, surge uma redistribuição parcial do sal e da água por difusão interna no interior dos tecidos, uma vez que qualquer redução do teor de sal na camada superficial é imediatamente compensada pelo sal circundante. Nessa fase, o pescado deixa de perder peso;
- Na última fase, as trocas de sal e água são quase imperceptíveis e as concentrações de sal no músculo do pescado e na salmoura são idênticas. Em consequência, o músculo torna-se firme, com sabor fortemente salgado, há desenvolvimento de alguns componentes azotados nos fluidos celulares e, dessa forma, o odor e sabor de peixe cru desaparecem, dando início ao processo de maturação.

O período de conservação do peixe salgado depende do teor de sal, pH, temperatura e umidade do ambiente. Produtos salgados e secos devem ser conservados a temperaturas entre 5,0 °C (BRASIL, 2000).

A desidratação ou secagem é a operação unitária na qual se aplica o calor sob condições controladas para remover, por evaporação, a maioria da água normalmente presente em um alimento, sendo o objetivo principal prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água. Isso inibe o crescimento microbiano e a atividade enzimática, porém a temperatura é insuficiente para provocar inativação. Como consequência, qualquer aumento no teor de umidade durante a estocagem resultará em rápida deterioração.

A desidratação envolve aplicação de calor e remoção de água dos alimentos. Fatores que controlam a taxa de secagem são aqueles relacionados às condições de processamento, à natureza do alimento e ao equipamento de secagem. Existem três fatores que controlam a capacidade do ar de remover água de um alimento: a quantidade de vapor d'água presente no ar; a temperatura do ar e a quantidade de ar que passa pelo alimento. A quantidade de vapor d'água no ar é expressa como umidade absoluta, também denominada teor de umidade, ou ainda, umidade relativa (UR) expressa em porcentagem. Um aumento na temperatura do ar ou uma redução na UR faz com que a água evapore mais rapidamente de uma superfície molhada e, portanto, provoca uma queda maior na temperatura. O ponto de orvalho é a temperatura na qual o ar se torna saturado com a água (UR100%) e qualquer resfriamento além desse ponto resulta na condensação da água do ar. Linhas de resfriamento adiabático, na carta psicrométrica, mostram como a umidade absoluta decresce quando a temperatura do ar aumenta (PEDRO; NUNES, 2011).

A velocidade do ar também controla a taxa de secagem, pois quando o ar é soprado sobre um alimento úmido o vapor d'água se difunde através da camada limite do ar ao redor do alimento, em consequência, um gradiente de pressão de vapor d'água é estabelecido entre o interior do alimento úmido e o ar seco, que se traduz na força motriz para a remoção de água do alimento (EARLE, 2004).

A camada limite na dinâmica dos fluidos atua com uma barreira à transferência de calor, assim como, para transferência de massa (remoção do vapor d'água) durante a secagem. A espessura da camada limite é determinada principalmente pela velocidade do ar, quanto mais baixa a velocidade, mais espessa é a camada limite, o que reduz a transferência de calor e massa, diminuindo a eficiência da secagem. O vapor d'água, que sai da superfície do alimento, aumenta a umidade do ar ao redor do alimento, causando uma redução no gradiente de pressão de vapor d'água do interior do alimento e, portanto, reduzindo a taxa de secagem.

Uma maior velocidade do ar carrega consigo maior quantidade de vapor d'água ao redor do alimento, favorecendo maior taxa de secagem. Então, quanto maior a velocidade do ar, menor a espessura da camada limite e maior a taxa de secagem. Podemos resumir que as três características do ar que são necessárias para secar adequadamente um alimento úmido são: temperatura de bulbo seco, moderadamente alta; baixa umidade relativa (UR) e alta velocidade do ar (EARLE, 2004).

Quando um alimento é colocado em um secador existe um curto período de estabilização em que a superfície é aquecida até a temperatura de bulbo úmido. Inicia-se, então, a secagem, e enquanto a água se movimentar do interior do alimento na mesma taxa em que é evaporada da superfície, essa permanece úmida. Esse intervalo é conhecido como período de taxa constante, que continua até que um teor de umidade crítico é alcançado. A temperatura da superfície do alimento permanece próxima do bulbo úmido do ar de secagem até o fim do período de taxa constante devido ao efeito de resfriamento da evaporação d'água (GONÇALVES, 2005).

Quando o teor de umidade do alimento cai além do teor crítico, a taxa de secagem decresce lentamente até se aproximar de zero no teor de umidade de equilíbrio, ou seja, a umidade do alimento fica em equilíbrio com a umidade do ar de secagem, e é conhecido como período de taxa decrescente. Alimentos não-hidroscópicos possuem um único período de taxa decrescente, enquanto alimentos higroscópicos possuem dois ou mais períodos (LUPIN, 1983).

A maioria dos danos causados pelo calor no alimento pode ocorrer durante o período de taxa decrescente e, portanto, a temperatura do ar é controlada para equilibrar a

taxa de secagem e o grau dos danos provocados pelo calor. O período de taxa decrescente é geralmente a parte mais demorada da operação de secagem, é durante esse período que mudam os fatores que controlam a taxa. No início, os fatores importantes são similares àqueles que controlam a taxa no período de taxa constante, mas, gradativamente, a taxa de movimento de água torna-se o fator limitante. A água movimenta-se do interior do alimento para a superfície pelos mecanismos de movimento do líquido por forças capilares, particularmente em alimentos porosos; pelo mecanismo da difusão dos líquidos, causada por diferenças na concentração dos solutos na superfície e no interior do alimento; pelo mecanismo de difusão de líquidos que são absorvidos em camadas na superfície dos componentes sólidos do alimento; e pela difusão de vapor d'água em espaços de ar dentro do alimento causada por gradientes de pressão de vapor. Durante a secagem, um ou mais dos mecanismos citados podem estar acontecendo, e a sua importância relativa pode mudar ao longo da operação de secagem. Os mecanismos que operam dependem principalmente da temperatura do ar de secagem e das dimensões da área de contato do alimento, pois não são afetados pela UR (exceto na determinação da umidade de equilíbrio) nem pela velocidade do ar. O tamanho do alimento tem um efeito importante na taxa de secagem tanto no período de taxa constante (peças menores têm maior área superficial disponível para a evaporação) quanto no de taxa decrescente (pedaços menores têm distâncias menores para a umidade percorrer através do alimento (PEDRO; NUNES, 2011).

Outros fatores que influenciam na taxa de secagem incluem a composição e a estrutura do alimento, e a quantidade de alimento colocada dentro do secador. Por exemplo, a orientação das fibras protéicas em carne permite um movimento mais rápido da umidade ao longo do comprimento das fibras do que a través da estrutura; a umidade é removida com mais facilidade dos espaços intercelulares do que de dentro das células; altas concentrações de solutos como açúcares, sais, gomas, amidos etc. aumentam a viscosidade e diminuem a atividade de água, reduzindo assim, a taxa de movimento de umidade. Por esses motivos, a taxa de secagem de um alimento pode diferir das curvas de secagem teóricas ou ideais (EARLE, 2004).

Em operações comerciais é necessário estimar a rapidez que um alimento pode ser desidratado em um determinado secador, para estimar a capacidade de produção. Quando o comportamento de secagem é simples e são conhecidos os dados dos teores de umidade crítica e de equilíbrio ou as propriedades térmicas dos alimentos, os tempos de secagem podem ser calculados. No entanto, esses dados não são conhecidos para muitos alimentos, sendo necessários testes de secagem em escala-piloto para estimar os tempos de secagem (PEDRO; NUNES, 2011).

O custo do combustível para aquecimento do ar de secagem é o principal fator econômico que afeta os secadores, razão pela qual existe uma diversidade de tipos de dispositivos para reduzir as perdas de calor. Porém, para secagem em pequena escala e de forma artesanal, a secagem ao sol (natural) sem equipamento de secagem é o meio mais utilizado em função do baixo custo de mão-de-obra e nenhum custo de energia. Outra opção é o secador de bandeja (GONÇALVES, 2005).

A secagem ao sol (sem equipamento de secagem) é a opção de processamento mais utilizada no mundo pela sua tecnologia simples e de baixo custo. Grandes quantidades podem ser secas a custo reduzido. As maiores desvantagens são o baixo controle das condições de secagem e as taxas de secagem menores do que aquelas de secadores artificiais, resultando em produtos com menor qualidade e maior variabilidade, onde a secagem depende das condições climáticas e da hora do dia. A secagem ao sol é um processo simples, porém cercada de muitos cuidados com a higiene, o que requer um número maior de mão-de-obra para realizar a operação com toda segurança (LUPIN, 1993).

Uma alternativa é o secador solar que coleta a energia solar e aquece o ar que é utilizado para a secagem. Os secadores solares podem ser com circulação natural direta (uma câmara combinada de coleta e secagem); secadores diretos com um coletor separado e secadores indiretos de convecção forçada (coletor separado e câmara de secagem). Diversos trabalhos foram realizados com objetivo de desenvolver secadores solares, entretanto, os resultados obtidos na melhoria do processo de secagem e na qualidade do produto foram insignificantes quando comparada à secagem ao sol de forma higiênica (BERKEL, 2005; GONÇALVES, 2005).

Secadores de bandeja consistem em uma câmara com isolamento externo, provida de telas baixas ou bandejas perfuradas, cada uma contém uma camada de alimento. O ar quente é soprado através de um sistema de dutos e chicanas para promover uma distribuição de ar uniforme através de cada bandeja. Aquecedores adicionais podem ser usados para aumentar a taxa de secagem. São bastante utilizados para pequenas escalas de produção ou trabalhos em escala-piloto. Possuem baixo custo de aquisição, operacional e de manutenção, e são flexíveis para operar com diferentes alimentos. No entanto, possuem um controle relativamente precário e produzem produtos com uma qualidade variável (EARLE, 2004).

O processamento pela secagem trás mudanças aos produtos que reduzem a sua qualidade, quando comparada com o produto fresco. O objetivo de melhorar as tecnologias de secagem é minimizar essas mudanças e maximizar a eficiência do processo. As principais alterações nos alimentos desidratados são na textura e perdas no sabor ou aroma,

além de perdas na cor e no valor nutricional. A secagem de carne acarreta severas mudanças na textura causadas pela agregação e desnaturação das proteínas e pela perda da capacidade de retenção de água, com conseqüente endurecimento do tecido muscular. Em geral, uma secagem rápida em altas temperaturas causa maiores alterações na textura do que taxas moderadas de secagem e baixas temperaturas. À medida que a água é removida durante a secagem, os solutos movimentam-se do interior para a superfície do alimento. A evaporação da água concentra os solutos na superfície e a formação de uma casca dura e impermeável (endurecimento superficial), produzindo um alimento com a superfície seca e o interior úmido, sendo necessário evitar gradientes de umidade excessivamente altos do interior para a superfície. (PEDRO; NUNES, 2011).

Para eliminar microrganismos halófilos (*Halococcus* e *Halobacterium*) prejudiciais ao processo de salga, que ao se desenvolverem no produto poderão conferir coloração avermelhada, o sal deve ser esterilizado antes de ser colocado em contato com o pescado (WATANABE, 1960; FRAZIER E WESTHOFF, 1988).

As principais alterações do pescado salgado são textura, aspecto e cheiro, podendo ser observado amolecimento da carne, cheiro de alho e por vezes amoniacal, manchas vermelhas devido à presença de bactérias halófilas, colorações anormais diversas resultantes do contato com vísceras, manchas brancas pela formação de cristais de fosfato dissódico ($\text{PO}_4\text{Na}_2\text{H}$) devido à degradação enzimática dos nucleotídeos com resultado de uso de sal muito seco ou de salmouras com pH ligeiramente alcalino. Em produtos anchovados, manchas brancas podem aparecer devido a precipitados de tirosina (OGAWA; MAIA, 1999).

Seguindo as recomendações de Watanabe (1960) de esterilizar o sal, Lourenço et.al. (2001) realizaram experimentos de salga mista e secagem em secador solar com pescada branca e obtiveram produto de excelente qualidade.

Em todo litoral maranhense, pode-se encontrar pequenas e rústicas instalações permanentes que realizam a conservação de pescado pelos processos artesanais de salga mista e secagem natural (Figura 4). Tais processos, embora de baixo padrão tecnológico e de inferior qualidade, são, em grande parte, responsáveis pela exploração da atividade pesqueira nas comunidades de baixa renda e, em muitos casos, a única fonte de renda e de alimento de alto valor protéico, numa dieta alimentar muito rica em carboidratos (ISAAC, 2006).



Figura 4. Processamento e comercialização de pescado no município de Raposa, Maranhão. a) instalação artesanal de salga e secagem. b) comercialização de pescado salgado e seco.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material

O peixe utilizado neste experimento foi adquirido junto aos pescadores artesanais, no momento de desembarque de pescado, no principal porto pesqueiro do município de Raposa - MA (Figura 5), no mês de dezembro de 2011.

Foram utilizados quinze exemplares de peixe serra (*S. brasiliensis*) inteiros, eviscerados, pesando aproximadamente 2,0 Kg, os quais foram classificados e adquiridos, considerando os atributos sensoriais para peixe *in natura* em bom estado de frescor (BRASIL, 1997).

A espécie *S. brasiliensis*, foi escolhida devido sua predominância na captura, principalmente, por ser uma das espécies mais processadas artesanalmente por salga e secagem neste município.



Figura 5. Imagem por satélite do posicionamento geográfico do município de Raposa, Maranhão (IBGE).

O gelo utilizado na conservação da matéria-prima foi adquirido no comércio varejista para consumo humano. Foi triturado, na própria embalagem plástica. Para conservação, foi usado caixa térmica com capacidade para 100 litros.

O sal refinado e iodado utilizado na preparação da salmoura, para o processo de salga úmida, foi adquirido no comércio varejista local.

A água utilizada em todas as etapas apresentava-se de boa qualidade. Para

determinadas etapas de limpeza e sanitização, foi utilizada solução clorada contendo 100ppm de cloro residual.

Para realização do processo de salga úmida, foi utilizado recipiente retangular de polietileno com capacidade para 25 litros.

3.2 Métodos

3.2.1 Amostragem para aquisição do pescado *in natura*

A amostragem foi realizada de acordo com as técnicas preconizadas pela norma do Codex Alimentarius, e Adolfo Lutz (2008).

No momento do desembarque do pescado foram escolhidas aleatoriamente três embarcações artesanais da pesca do peixe serra, denominadas serreira.

Segundo informações dos pescadores, cada barco tinha de 200 a 250 unidades de peixe serra, com peso médio por peixe de 2,0 kg, estimando-se assim o total de pescado em cada barco de 500 kg.

Aplicou-se a tabela para o cálculo do número unidades a ser coletado extraíndo-se a raiz cúbica da quantidade de pescado em kg em cada barco. De cada embarcação, foram retirados 10 exemplares, que constituíram os lotes (1, 2 e 3). Cada lote foi processado separadamente.

Após a identificação dos lotes, os peixes foram imediatamente lavados em água clorada (5,0 ppm) de boa qualidade.

Após a lavagem, os peixes foram acondicionados em caixas térmicas, contendo gelo e foram transportados para o Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimento do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA.

No laboratório os peixes foram limpos retirando-se restos de vísceras e lavados. Coletaram-se em cada lote porções musculares para as análises do peixe *in natura*.

Em seguida os peixes foram pesados: lote 1 com 9,230 Kg; lote 2 com 8,890.Kg e lote 3 com 8,650Kg, totalizando 26,770 Kg de pescado.

Logo após pesagem, os peixes foram acondicionados em caixa térmica contendo gelo e transportados para o local de processamento.

3.2.2 Desenvolvimento da Tenda Secadora

A tenda foi construída seguindo as recomendações de Berkel et al. (2005) e Gonçalves (2005).

A tenda foi construída utilizando-se:

- Tábuas de madeira revestidas com polietileno para o estrado;
- Tela de proteção, costurada em formato de tenda triângula e provida de zíper;
- Plástico transparente para cobertura parcial das laterais;
- Tubo de PVC fixado em toda extensão superior;
- Cabo de PVC com resistência adequada ao peso e esforço do conjunto.

3.2.3 Processo de Salga e Secagem

O processamento por salga úmida e secagem natural foi realizado em residência localizada na orla marítima de São Luís do Maranhão, a 10 km do município de Raposa.

Cada peixe foi aberto e espalmado, fazendo-se cortes transversais, desde a cabeça até a nadadeira caudal (Figura 7).



Figura 6. Processo de salga. a) peixe serra escalado. b) após escala, imersos em salmoura saturada. c) início da salga úmida.

Depois de espalmados, os peixes foram lavados em salmoura tratada a 5% e escorridos.

Para salga úmida foi empregada salmoura saturada a 30%, a qual foi preparada a temperatura ambiente, aproximadamente 30°C.

Em seguida, a salmoura recebeu tratamento térmico a temperatura de 100°C por 30 minutos, eliminando a espuma que se formava na superfície.

Para iniciar o processo de salga, os exemplares de cada lote foram imersos em salmoura saturada a temperatura ambiente, na proporção salmoura/peixe de 2:1.

O período de contato da matéria-prima com a salmoura foi de 120 horas, determinados em função da concentração de cloreto de sódio no músculo do pescado durante o período de salga. Durante o período de salga, foram realizadas correções na concentração da salmoura.

Após o período de salga, os peixes de cada lote foram submetidos a uma pressão de 1,5 vezes o peso do respectivo lote, durante 12 horas a temperatura ambiente, em caixas retangulares de polietileno providas de dreno, a fim de eliminar umidade e possibilitar uma melhor distribuição do sal nos tecidos do pescado.

Posteriormente os peixes de cada lote foram processados por secagem natural ao sol utilizando a tenda secadora (Figura 7).



Figura 7. Operação de secagem natural. a) peixes colocados para secagem no equipamento de proteção. b) detalhes da construção do protetor para secagem. c) início da operação de secagem.

Os peixes foram colocados na tenda e ficavam expostos ao sol e vento durante o dia. Durante a noite, os lotes eram recolhidos, empilhados e prensados.

As condições climáticas ambientais durante o período de secagem: velocidade média do ar de aproximadamente 12 Km/h, temperatura variando entre 28°C e 35°C e umidade relativa do ar variando entre 66% e 78%, esses dados eram obtidos diariamente através de informes meteorológicos veiculadas pela imprensa local.

A temperatura no interior da tenda de secagem foi monitorada utilizando-se termômetro de mercúrio.

Após secagem o peixe serra salgado e seco, (Figura 8) foi acondicionado em filme plástico, contendo, aproximadamente, 500 gramas em cada embalagem, e armazenado durante 15 dias à temperatura ambiente, em local ventilado e protegido, com temperatura média de 28°C.



Figura 8. Peixe serra salgado e seco para embalagem.

3.2.4 Determinação da Curva de Desidratação Osmótica e Curva de Secagem

Para determinação da curva de desidratação osmótica foi realizada determinação de cloreto de sódio (NaCl) (IAL, 2008) no tempo de 5, 10, 22, 36, 48, 72, 96 e 120 horas durante o período de salga umidade.

Para determinação da curva de secagem realizou-se determinação de umidade no tempo de 10, 34, 58, 82 e 106 horas.

3.2.5. Avaliação da Qualidade do Peixe Serra *in natura*

As determinações físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Físico - química de Alimentos do Instituto Federal do Maranhão - IFMA e as análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão - UFMA (Figura 9).



Figura 9. Laboratório de Físico-química de Alimentos do Instituto Federal do Maranhão - IFMA.

Para avaliação da qualidade do pescado *in natura* foram realizadas análises físico-químicas (IAL, 2008) e microbiológicas (APHA, 2001). As análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas. As determinações foram:

- pH do músculo com auxílio de um potenciômetro;
- Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N - BVT) por destilação de arraste de vapor;
- Pesquisa de gás sulfídrico;
- umidade em estufa a 105 °C;
- cinzas em forno mufla a 550 °C;
- lipídeos pelo método de Soxhlet;

- proteínas pelo método de Kjeldahl;
- Estafilococos Coagulase Positiva por grama, utilizando o método da Contagem Direta em Placas; e
- *Salmonella* sp utilizando as técnicas de enriquecimento e isolamento.

3.2.6 Avaliação da Qualidade do Peixe Serra Salgado Seco

Para avaliação da qualidade do pescado salgado e seco foram realizadas análises físico-químicas (IAL, 2008) e microbiológicas (APHA, 2001). As análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas. As determinações foram:

- pH do músculo com auxílio de um potenciômetro;
- Bases Voláteis Totais (N- BVT) por destilação de arraste de vapor;
- Pesquisa de gás sulfídrico;
- Prova de ranço;
- Umidade em estufa a 105 °C;
- Cinzas em forno mufla a 550 °C;
- Lipídeos pelo método de Soxhlet;
- Proteínas pelo método de Kjeldahl.
- Coliformes Totais e Fecais (Termotolerantes) pela técnica do NMP.
- Contagem de Estafilococos Coagulase Positiva; e
- Pesquisa de *Salmonella* por técnicas de pré-enriquecimento, enriquecimento e isolamento.

3.2.7 Análises de histamina

No Laboratório de Análise Alimentos e Bebidas - LAAB do Instituto de Tecnologia da UFRRJ foi realizado análise de histamina no peixe salgado e seco. Esta análise foi realizada por cromatografia de camada delgada seguindo metodologia segundo SCHUTZ, et al (1976).

3.2.8. Análise Estatística dos Dados

A análise estatística dos resultados foi realizada utilizando-se o método de Análise de Variância, comparando as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software XLSTAT-ANOVA. A análise da média, desvio padrão e coeficiente de variação das determinações em triplicata, foi feita com auxílio do Microsoft Office Excel 2007.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados da Avaliação Durante Processamento de Salga e Secagem do Peixe Serra

Para a operação de secagem foi construído equipamento de proteção denominado de tenda de secagem (Figura 10).



Figura 10. Detalhes da construção do protetor de secagem.

Seguindo recomendações de Berkel et al. (2005) e Gonçalves (2005) a tenda de secagem foi desenvolvida. Essa tenda protege contra vetores, insetos e outros animais, além de propiciar um controle parcial da temperatura interna do protetor.

De fácil construção e baixo custo, esse equipamento foi composto de estrado com tábuas de madeira revestidas com polietileno; tela de proteção, costurada em formato de tenda triangular e provida de zíper para fechamento; plástico transparente para cobertura parcial das laterais, com o objetivo de deixar passar a radiação e, ao mesmo tempo, reter o calor no interior do equipamento; tubo de PVC fixado em toda extensão superior, com o objetivo de deslocamento do conjunto completo para área coberta, em caso de necessidade; cabo de PVC com resistência adequada ao peso e esforço do conjunto, com o objetivo de sustentação e correção para deslocamento rápido do conjunto.

Devido à secagem natural ser ação combinada do sol e do vento, portanto, dependente das condições climáticas, a tenda foi provida de plástico transparente nas laterais podendo ser enrolado e desenrolado, possibilitando um acréscimo de calor, por

radiação, no seu interior. Esse acréscimo de calor favoreceu o aumento na temperatura interna do protetor, aumentar o rendimento do processo. A temperatura interna foi monitorá-la e mantida a 40°C.

Embora, a tela do protetor ofereça resistência à circulação do ar, os benefícios desse equipamento para a qualidade sanitária do alimento, são infinitamente maiores. Outro fato que justifica o uso do protetor são as condições climáticas favoráveis da região.

O local do processo de salga e secagem foi escolhido por apresentar as mesmas características ambientais e climáticas do local das instalações das salgadeiras na Raposa.

Ao abrir e espalmar os peixes fazendo-se cortes transversais, desde a cabeça até a nadadeira caudal aumentou-se a área de contato do músculo com a salmoura, favorecendo assim a cinética e homogeneidade de penetração do cloreto de sódio nos tecidos.

Seguindo as recomendações de Watanabe (1960), após preparo da salmoura a mesma foi fervida a temperatura de 100°C por 30 minutos, a espuma formada na superfície era retirada. A salmoura foi resfriada a temperatura em torno de 30°C para colocação dos peixes. Essa ação simples e fácil de ser realizada reduziu a possível contaminação do sal, contribuindo para obtenção de um produto de qualidade.

Os peixes foram colocados em salmoura saturada, utilizando-se a proporção de 2:1 salmoura/peixe de acordo com Aiura (2008) de maneira que todos os peixes ficassem submersos garantindo uma uniforme penetração do sal.

Durante o período de salga, a concentração salina era corrigida devido ao fluxo de água do pescado para solução e do transporte de NaCl para o músculo. A salmoura era agitada diversas vezes, garantindo assim uma boa distribuição e uniformidade do sal nos tecidos e, com isso, melhorar o rendimento da salga de modo a garantir a saturação da salmoura.

O período de contato da matéria-prima com a salmoura foi de 120 horas, determinados em função da concentração de cloreto de sódio no músculo do pescado durante o período de salga.

Após o período de salga, os peixes de cada lote foram prensados por 12 horas a temperatura ambiente facilitando-se assim a saída da água do interior do músculo otimizando o processo de secagem.

Durante a noite, os lotes eram recolhidos, empilhados e prensados com o objetivo de minimizar a absorção de umidade e a uniformização do sal nos tecidos, contribuindo para diminuir o tempo de evaporação (GONÇALVES et al., 2011).

Durante o processamento por salga úmida, os teores de cloreto de sódio no músculo do peixe serra após 120 horas atingiram valores médios de 20,47%, 19,85% e 19,71,

respectivamente para os lotes 1, 2 e 3 (Figura 11), não apresentando diferenças significativas entre os processamentos.

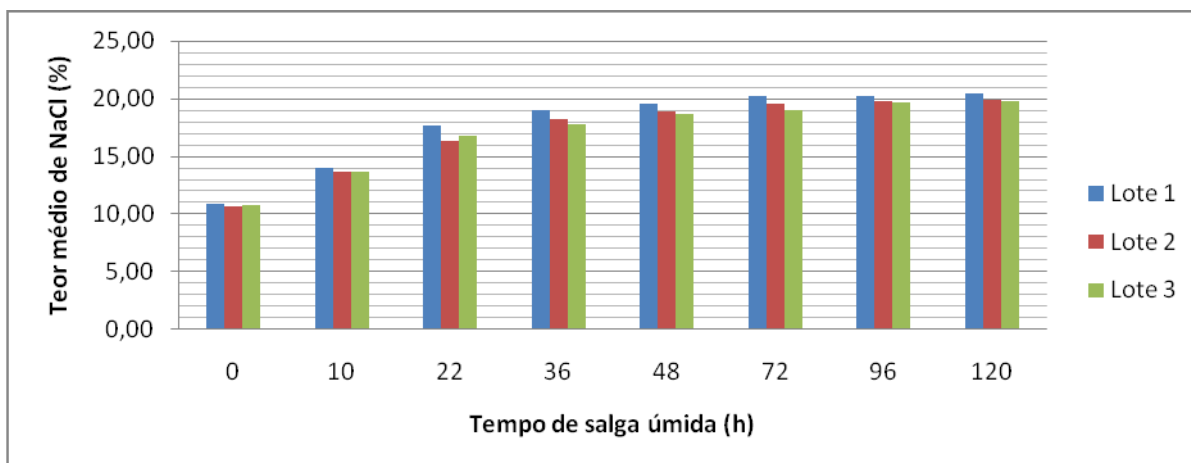


Figura 11. Teor médio de NaCl no músculo do peixe serra para os lotes 1, 2 e 3 durante período de Salga úmida.

Após, decorridos 72 horas de salga úmida, os níveis de NaCl no músculo permanecem praticamente constantes, demonstrando não ser viável economicamente continuar o processo, visto que tais níveis atendem perfeitamente as condições para um bom processo de salga. O tempo de permanência do pescado em contato com a salmoura deve ser suficiente para permitir que o cloreto de sódio atinja a concentração mínima de 17% no músculo do pescado (BOTELHO; NORT, 1974).

O processo de desidratação por secagem natural, após a salga úmida, é utilizado para reduzir o teor de umidade na musculatura do peixe serra salgado ao nível máximo de 45%, teor exigido por Brasil (2000) para peixe magro salgado e seco. A curva de secagem (Figura 12) mostra que, após 82 horas, o teor médio de umidade no músculo do peixe serra salgado e seco atingiu valores que atendem satisfatoriamente às exigências da legislação em vigor.

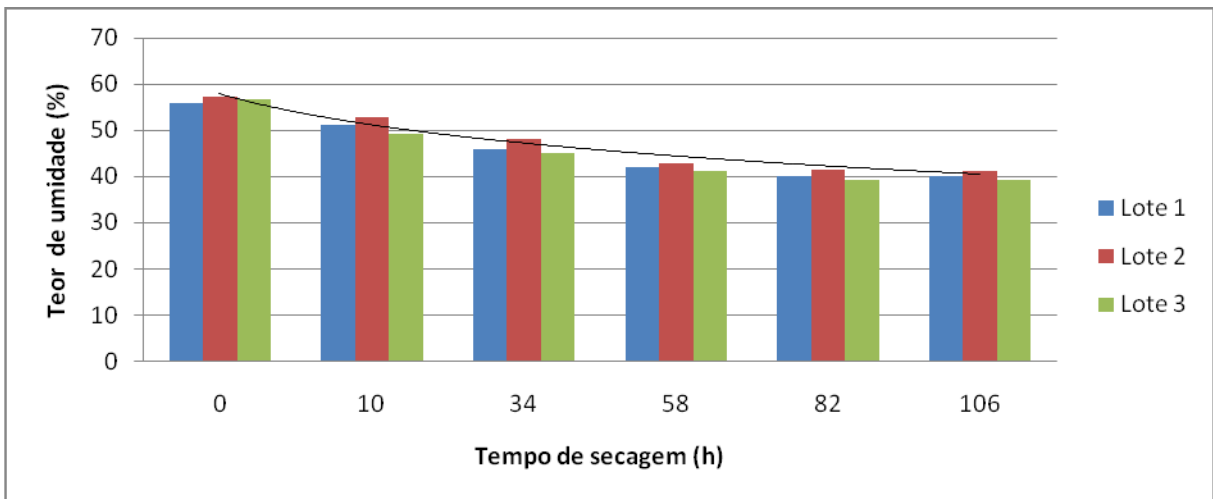


Figura 12. Teor médio de umidade para os lotes 1, 2 e 3 durante a operação de secagem natural.

Analisando-se o comportamento da curva de desidratação durante processo de salga observou-se que nas primeiras horas 34 horas a perda de umidade se dá com rapidez. Após 58 horas a umidade atinge uma média de 42%, caracterizando uma redução na velocidade de transferência de matéria entre o interior do pescado e sua superfície, e desta para o ambiente. Nesta fase, o processo de secagem é mais bem mais lento, tendendo ao equilíbrio. Os resultados obtidos para os três lotes após secagem não apresentaram diferenças significativas e a umidade média alcançada foi de 41,03%.

A operação de secagem natural acontece totalmente dependente das condições ambientais, ou seja, ao acaso. Porém, o fato das condições de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento terem sido favoráveis durante o período de secagem, influenciaram decisivamente nos resultados alcançados.

As condições climáticas ambientais durante o período de secagem foram: velocidade média do ar de aproximadamente 12 Km/h, temperatura variando entre 28°C e 35°C e umidade relativa do ar variando entre 66% e 78%. Segundo a FAO (1965) as condições ambientais apropriadas para a secagem do produto salgado, ao ar livre, são as seguintes: umidade relativa do ar 55%; temperatura do ar 26°C, velocidade do vento 7 Km/h. Apesar das condições climáticas nesse experimento serem diferentes os resultados obtidos foram bastantes satisfatórios.

Freitas et al. (1981) consideram que a relação sal/umidade, ideal para uma boa conservação do pescado salgado-seco, se situa na faixa de 0,39 a 0,42 para um tempo de secagem em torno de 6 horas a uma temperatura de 26°C e 4 horas a uma temperatura de 30°C. Esta relação, após 72 horas de salga úmida, foi de 0,50 para o lote 1; 0,47 para o lote

2; 0,48 para o lote 3, indicando processo de salga úmida satisfatório para todos os lotes.

Ao final da salga e secagem podemos observar o rendimento do processo (Tabela 03).

Tabela 3. Rendimento do peixe serra durante a salga e secagem.

Etapas de processo	Lotes		
	1 (kg)	2 (kg)	3 (kg)
<i>In natura</i>	9,230	8,890	8,650
Processado	5,804	5,787	5,133
Rendimento (%)	62,88	65,10	59,34

Para tanto, avaliou-se as condições de pesca relatadas pelos pescadores, observando-se ser prática comum à evisceração de peixes a bordo no momento da captura. Esse fato motivou o cálculo apenas do rendimento do pescado processado, visto que parte das vísceras foram retiradas ainda a bordo. Outro costume observado é o processamento do pescado com cabeça. Sendo assim, levou-se em consideração apenas o rendimento do peixe serra durante o processo de salga e secagem.

4.2 Resultados da Avaliação da Qualidade do Peixe Serra *in natura*

Na Tabela 04 estão demonstrados os valores para o pH, bases voláteis totais (N-BVT) e pesquisa de gás sulfídrico.

Tabela 4. Resultados das análises de pH, bases voláteis totais (N-BVT) e Pesquisa de Gás Sulfídrico para o peixe serra *in natura* dos lotes 1, 2 e 3.

Parâmetros	Lotes		
	1	2	3
pH	6,56 ^a (± 0,07)	6,25 ^a (± 0,15)	6,55 ^a (± 0,15)
N-BVT mg/100g	4,69 ^a (± 0,10)	4,12 ^b (± 0,14)	4,35 ^b (± 0,16)
Gás sulfid.	Ausência	Ausência	Ausência

Resultados médios de três determinações. Números entre parênteses representam o desvio padrão. Letras iguais entre colunas indicam que não há diferença significativa em nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Os valores de pH em todos os lotes próximo a neutralidade indicam alimento com baixa acidez, direcionando a escolha do tipo de processamento a ser utilizado. Indicando também o estado de conservação que o pescado encontra-se. A legislação brasileira estabelece uma faixa de valores entre 6,5 e 6,8 (BRASIL, 1997).

A realização das análises de N-BVT e Gás sulfídrico, cujos resultados em cada lote de peixes *in natura* atendem a legislação em vigor são importantes para enfatizar a qualidade da matéria-prima. Evidenciam, ainda, que o método de escolha através dos atributos sensoriais para peixe fresco, utilizado para seleção dos exemplares de peixe serra; a manipulação e a conservação do pescado *in natura*; a limpeza e sanitização dos utensílios; a qualidade da água utilizada na lavagem e fabrico do gelo e aplicação das boas práticas em todas as etapas, foram fundamentais para garantir uma matéria-prima de ótima qualidade para processamento. A legislação brasileiro limita o teor de N-BVT em 30 mg de nitrogênio por 100 g de carne, para peixe inteiro e eviscerado, e preconiza ausência para Gás sulfídrico (BRASIL, 1952).

Os resultados da composição centesimal para ambos os lote estão descritos na (Tabela 5) foram semelhantes àqueles encontrados por Nunes et al. (1976) para a mesma espécie., quando realizou a determinação da composição centesimal para várias espécies de importância para o Nordeste brasileiro.

Tabela 5. Composição centesimal do peixe serra *in natura* dos lotes 1, 2 e 3.

Parâmetros (%)	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Umidade	76,66 ^a (±0,48)	76,96 ^a (±0,95)	76,58 ^a (±2,12)
Cinzas	1,25 ^a (±0,10)	1,27 ^a (±0,19)	1,25 ^a (±0,10)
Proteínas	19,69 ^a (±0,31)	19,49 ^a (± 0,51)	19,61 ^a (±1,14)
Lipídeos	1,90 ^a (±0,14)	1,85 ^a (±0,36)	1,96 ^a (±0,15)

Resultados médios de três determinações. Números entre parênteses representam o desvio padrão. Letras iguais entre coluna indica que não há diferença significativa a nível de 5% de probabilidade ($p > 0,05$).

Os teores de proteína do peixe serra *in natura* determinado em cada lote mostram que essa espécie é uma fonte protéica importante, principalmente para consumidores com dieta rica em carboidrato, como é caso específico das comunidades litorâneas e interioranas do Estado do Maranhão. Da mesma forma, os teores de lipídios evidenciam que o peixe serra pode ser considerado magro, segundo a classificação estabelecida por Carter (2000), portanto, trata-se de pescado indicado para processamento por salga e secagem.

Os teores de umidade demonstram tratar-se de alimento com alta atividade de água, portanto bastante susceptível a deterioração, o que justifica ser processado por desidratação para sua conservação, principalmente, em regiões, sabidamente, desprovida de rede de frio e, até mesmo distantes de rede de eletricidade.

As análises microbiológicas realizadas no peixe serra *in natura* estão demonstradas na Tabela 06.

Tabela 6. Resultados das Análises microbiológicas do peixe serra *in natura*.

Parâmetros	lote 1	lote 2	lote 3	Legislação
Salmonellas sp	Ausência	Ausênci a	Ausência	Ausência em 25g
Estafilococos coagulase positiva	< 20	< 20	< 20	5x10 ³

Pode se verificar que ambos os resultados atendem os Padrões sanitários segundo Brasil (2001) demonstram que a qualidade microbiológica da matéria-prima é própria para o processamento e consumo. Evidencia, ainda, que o método de escolha através dos atributos sensoriais para peixe fresco, utilizado para seleção dos exemplares de peixe serra; a manipulação e a conservação do pescado *in natura*; a limpeza e sanitização dos utensílios; a qualidade da água utilizada na lavagem e fabrico do gelo e aplicação das boas práticas em todas as etapas, foram fundamentais para garantir uma matéria-prima de ótima qualidade para processamento.

4.3. Resultados da Avaliação da Qualidade do Peixe Serra Salgado e Seco.

A avaliação mais criteriosa da qualidade geral do pescado exige um conjunto de análises específicas. Nesse sentido, foram realizadas determinações de pH, Nitrogênio das bases voláteis Totais (N-BVT), pesquisa de gás sulfídrico, Prova de ranço e Histamina (Tabelas 7).

Tabela 7. Resultados das análises de pH, bases voláteis totais (N-BVT), Pesquisa de Gás Sulfídrico (H₂S), Prova de ranço e Histamina do peixe serra salgado e seco (lotes 1, 2 e 3).

Parâmetros	Lotes		
	1	2	3
pH	6,65 ^a (± 0,05)	6,50 ^a (± 0,17)	6,41 ^a (± 0,16)
N-BVT (mg/100g)	6,12 ^a (± 0,39)	4,94 ^{ab} (±0,06)	5,41 ^b (± 0,45)

Pesquisa de H₂S	Ausência	Ausência	Ausência
Prova de Ranço	Ausência	Ausência	Ausência
Histamina	Ausência	Ausência	Ausência

Resultados médios de três determinações. Números entre parênteses representam o desvio padrão. Letras iguais entre linhas da mesma coluna indica que não há diferença significativa a nível de 5% de probabilidade ($p>0,05$).

Os valores de pH para o produto elaborado em todos os lotes são próximos à neutralidade, porém, dentro da faixa estabelecida pela legislação vigente, entre 6,5 e 6,8 (RIISPOA). A Portaria n° 185, de 13/05/1997, do Ministério da Agricultura e Abastecimento, Regulamentação Técnica de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado), não menciona esse parâmetro. Valor para pH fora desse intervalo sugere deterioração.

Os teores baixos de Nitrogênio das Bases voláteis Totais para o peixe serra processado por salga e secagem natural em todos os lotes demonstram que durante todas as etapas do processo produtivo foram respeitadas as boas práticas, de modo a evitar contaminação e decomposição.

A pesquisa de gás sulfídrico realizada em cada lote processado, cujos resultados foram negativos, indica que não houve decomposição com produção de enxofre. O Decreto n° 30.691-MAPA/DAS - RIISPOA e a Portaria n° 52/2000 exigem reação de gás sulfídrico negativa para pescado salgado e seco, porém, a Portaria n° 185, de 13/05/1997, nada menciona. Os resultados para gás sulfídrico juntamente com os resultados obtidos nas análises microbiológicas, indicam que os padrões microbiológicos foram atendidos, e indicam também que o produto estar em boas condições de sanitárias, obedecendo aos requisitos legais, portanto, própria para consumo.

Seguindo o mesmo raciocínio, resultados negativos para Rancidez no produto elaborado atendem as exigências legais para que o produto seja próprio para consumo. O conjunto desses resultados indica que o peixe serra, nas condições estabelecidas durante a conservação em gelo (matéria-prima) e durante todas as etapas do processamento por salga e secagem natural, é um produto de ótima qualidade, obtido a baixo custo, justificando seu processamento artesanal. Os peixes são boas fontes de ácidos graxos poliinsaturados, e com o processamento e armazenados, ficam mais propensos à oxidação (SAMPAIO, 2004). A velocidade de oxidação depende de diversos fatores como: grau de saturação dos ácidos graxos, temperatura, umidade e a presença de outras substâncias que favoreçam reações de oxidação (BRESSAN, 2001). A salga não evita a degradação química, pelo contrário, o sal acelera a oxidação lipídica por se tratar de um elemento pró-oxidante da gordura. Entretanto

o peixe serra é considerado peixe magro, e com menor teor de gordura propicia menor a propensão à oxidação. Outro fator que também pode ter contribuído para ausência do ranço foi a salga úmida, pois os peixes ficavam submersos evitando assim o contato com o oxigênio.

Da mesma forma, a ausência de histamina no produto elaborado em todos os lotes processados atende as exigências preconizadas pela legislação que limita o teor em 100 mg por 100 gramas de carne (BRASIL, 1997).

Esses resultados consolidam a afirmação de que as boas práticas foram respeitadas desde a escolha e conservação da matéria-prima até a elaboração do produto final e sua conservação, visto que, após a secagem, o peixe serra foi embalado e armazenado a temperatura ambiente, aproximadamente 28 °C, durante quinze dias, e após esse período, foi armazenado sob refrigeração durante três meses.

Após processamento por salga e secagem natural, foi determinada a composição centesimal para cada lote e o teor de cloreto de sódio (NaCl) (Tabela 8).

Tabela 8. Resultado da Composição centesimal do peixe serra salgado e seco dos lotes 1, 2 e 3.

Parâmetros	Lotes		
	1	2	3
Umidade %	40,21 ^a (± 0,45)	40,16 ^a (± 0,31)	40,12 ^a (± 0,18)
Proteína %	33,86 ^a (± 0,33)	33,84 ^a (± 0,37)	34,15 ^a (± 0,55)
Cinzas %	22,41 ^a (± 0,62)	21,41 ^{ab} (± 0,17)	21,16 ^b (± 0,38)
Lipídios %	3,27 ^b (± 0,20)	4,32 ^a (± 0,34)	4,36 ^a (± 0,38)
NaCl %	20,47 ^a (±0,61)	19,85 ^a (± 0,17)	19,71 ^a (± 0,38)

Resultados médios de três determinações. Números entre parênteses representam o desvio padrão. Letras iguais entre linhas da mesma coluna indicam que não há diferença significativa em nível de 5% de probabilidade (p>0,05).

O teor de umidade determinado em cada lote processado por secagem natural (Tabelas 8) atende a legislação em vigor, sendo importante fator para a conservação do produto, visto que é desfavorável ao crescimento de microrganismo. A Portaria n° 52, de 29 de dez. de 2000 estabelece o limite máximo de 45% para espécies consideradas magras. Sendo assim, o produto elaborado, peixe serra salgado e seco, atende essa exigência da legislação. O processo de salga sozinho não reduz o teor de umidade a esse nível, portanto, faz-se necessário a operação de secagem após a salga, a qual reduz a atividade de água, tornando o produto mais estável, e ainda atenua os efeitos severos da secagem. Uma

desidratação profunda pode trazer maior estabilidade ao produto, porém pode acarretar danos importantes aos aspectos sensoriais, tornando-se um inconveniente.

Os valores de proteína determinados no produto elaborado para cada lote indicam que houve concentração protéica em relação à matéria-prima. Portanto, esse produto alimentício é uma excelente fonte protéica, principalmente, para as comunidades menos favorecidas, como aquelas existentes em todo litoral brasileiro, em particular, as comunidades menos favorecidas no estado do Maranhão, cuja dieta é riquíssima em carboidratos. Importante observar que a concentração protéica do pescado depende da utilização das boas práticas de fabricação durante todas as etapas do processamento e armazenagem.

Devido ao processo de salga os conteúdos de cinzas em cada lote processado tiveram um considerável aumento em relação ao peixe *in natura*, porém, dentro do parâmetro legal. A legislação brasileira estabelece o limite máximo de 25% para o resíduo mineral fixo (BRASIL, 1952). Esse aumento se justifica pela adição de cloreto de sódio ao músculo do pescado durante o processo de salga.

O teor de sal observado estava acima do limite mínimo estipulado por Brasil (2000) e foi de 20,47% (lote 1), 19,85% (lote 2) e 19,71% (lote 3), sugerindo não haver problemas tecnológicos com relação a este parâmetro. Porém, vale ressaltar que a quantidade de sal presente na amostra influencia no teor de resíduo mineral fixo, e os valores bem acima do limite mínimo, podem ter contribuído para o aumento do resíduo mineral fixo detectado nas amostras.

Os teores de lipídeos no produto elaborado, devido à perda de umidade, obtiveram um pequeno acréscimo em relação ao peixe *in natura*. Devido à prova de rança ser negativa podemos indicar que a gordura não sofreu processo de oxidação devido a salga.

Para o produto processado por salga e secagem natural, as análises microbiológicas realizadas têm seus resultados apresentados na Tabela 09.

Tabela 9. Resultados das Análises microbiológicas para avaliação da qualidade sanitária do peixe serra salgado e seco dos lotes 1, 2 e 3.

Parâmetros	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Salmonella sp (25gr)	Ausência	Ausência	Ausência
Estafilococos Coagulase positiva	< 20	< 20	< 20
Coliformes a 45 °C/NMP/g	< 3	< 3	< 3

Segundo a RDC nº12 de 02/01/2001-ANVISA a tolerância para Estafilococos Coagulase Positiva/g é de 5×10^2 ; para Salmonella, ausência; para Coliformes a 45°C, a

tolerância é 10^2 . Esses valores são estabelecidos pela legislação como padrão de qualidade para pescado salgado e salgado e seco. Portanto os resultados encontrados indicam que o produto final atende as exigências sanitárias legal, sendo próprio para o consumo.

5 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos a partir dos experimentos realizados no presente estudo, bem como na discussão realizada, pode-se concluir:

- O equipamento (tenda secadora) desenvolvido para secagem o pescado é de fácil construção, de baixo custo e apresentou-se eficiente durante processo de secagem;
- O peixe serra *in natura* apresentava-se com boa qualidade físico-química e microbiológica;
- A utilização de salmoura saturada a 30% com prévio tratamento térmico; a prensagem como forma de homogeneização do NaCl no tecido pescado; e a redução da umidade por desidratação através da secagem natural contribuiu para obtenção de um produto de qualidade;
- Com a determinação da curva de salga e secagem observou-se que após 82 horas, os processo de salga e secagem tendem ao equilíbrio e evidencia não ser viável economicamente continuar o processo de salga e secagem natural.
- Com o aprimoramento do processo de salga e secagem obteve-se um produto salgado e seco com ótimas características de preservação, com baixo teor de BVT; ausência de gás sulfídrico, ranço e histamina, e não sendo observadas colorações atípicas e odores desagradáveis indicam que a utilização das Boas Práticas de Fabricação em todas as etapas do processo produtivo, portanto, tratar-se de alimento seguro;
- O peixe serra salgado e seco apresentou-se com boa qualidade físico-química e microbiológica;

6 BIBLIOGRAFIA

AIURA, F.S.; CARVALHO, M.R.B; VEIGAS,E.M.M; KRISCHNIK, P.G.; LIMA, T.M.A. **Conservação de filés de tilápia-do-nilo (*Oriochromis nilotius*) em salga seca e salga úmida.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, n.6, p.1531-1537, 2008.

ALMEIDA, Z.S. et al. **Diagnóstico dos sistemas de produção pesqueira artesanal no litoral do Maranhão, Brasil:** relatório técnico. São Luís: Ed. UEMA, 2010.

ALMEIDA, Z.S et al. Perfil socioeconômico e percepção ambiental da comunidade da praia da Raposa. Pesquisa em foco, São Luís, 2000, v. 8, n. 12, p.95-108.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5734: **peneiras para ensaio com telas de tecido metálico.** Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. **Identidad y calidad de pescado fresco.** In: Compêndio das resoluções do MERCOSUL. São Paulo: ABIA, 1977 (Resolução 40/94, MERCOSUL/GMC). ABIA, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the association of official analytical chemists.** 16. ed. Arlington: AOAC, 1995.

APHA, American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: APHA, 2001.

BASTOS, et al. Emulsificantes para embutidos cozidos. Respostas técnicas. Rio Grande do Sul, SENAI, 2006.

BERKEL,et al. Conservação de peixe e carne. Agrodok 12, Fundação Agromisa, Wageningen, Países Baixos, 2005.

BRASIL. **Regulamento Técnico - Aditivos Alimentares:** definições, classificação e emprego, 1997. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showact.php?id=88>. Acesso em: 20 agosto de 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de origem Animal**. Aprovado pelo Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto n.1.255, de 25 de junho de 1962. Brasília, Ministério da Agricultura, 1980.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. **Mais pesca e aquicultura- Plano de desenvolvimento Sustentável**. Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância em saúde. Secretaria de Atenção à saúde Divisão Nacional de Vigilância Sanitária. **Diretrizes e recomendações para o Cuidado Integral de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis - Promoção da Saúde, Vigilância, Prevenção e Assistência**. Série B. Textos Básicos de Saúde. Série pactos pela saúde. Brasil, 2006, v.8,72 p.

BRASIL. Portaria n. 185, de 13 de maio de 1997. Ministério da Agricultura e do Abastecimento -**Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Diário Oficial da União, Brasília n. 93, 19 maio de 1997. Seção1, p.10.282-3.

BRASIL. Portaria n. 685, de 27 de agosto de 1998. Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximo de contaminantes químicos em alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília n. 183-E, 24 set. 1998. Seção1, pt.1, p.1415-37.

CAC. **Food Hygiene Basic Texts**. Codex Alimentarius Commission, WHO/FAO, Rome, Italy, 2009.

BRASIL .Decreto 75.697, de 6 de maio de 1975 - **Padrões de Qualidade para o Sal Destinado ao Consumo Humano**.

BRASIL. Instrução Normativa nº 62- MAPA/DAS, de 26 de agosto de 2003. **Métodos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.**

BRASIL. Portaria nº 52 - MAPA/DAS, de 29 de dezembro de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Salgado e Peixe Salgado e Seco.**

BRASIL. Informe Técnico nº 29 - ANVISA, de 24 de julho de 2007. **Comercialização de Pescado Salgado e Pescado Salgado e Seco.**

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. **Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.**

BRESSAN MC, Perez JRO. Tecnologia de Carnes e Pescados. Lavras: UFLA; 2001.

CARMO, F.B.T.; MÁRCICO, E.T.; CARMO, R.P.; FREITAS, M.Q. **Histamina em conservas de sardinha.** Ci. Anim. Bras., 2010.

Codex Alimentarius Commission - **Code of practice for fish and fishery products.** CAC/RCP 52-2003, Adopted 2003, Revision 2008; 2003.

EARLE, R.L. Drying. In: **Unit operations in food processing.** Chapter 7, Web edition. New Zealand Institute of Food Science and Technology. Inc, Publisher, 2004.

FAO. Informe al Gobierno de Mexico sobre salazón y secado de pescado; planificación, programación y organización del Centro de Investigación y Fomento Pesquero. Rep. FAO/EPTA, (2050): 45: 1965.

FONTELES-FILHO, A.A. Arquivos de ciência do mar. (Arq. Ciên. Mar) Fortaleza-CE, mar.27: 21-48. Dezembro, 1988.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos.** 9ª Ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2007.

FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. **Food microbiology.** Nova York: McGraw Hill, 1998.

FREITAS, J. V. P. et ali. - Estudos sobre a melhoria do processamento da salga e secagem da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus*, no açude Araras-Ce.L. Téc. Fortaleza, DNOCS, 39 (2)71-87 - Julho/dez. 1981.

GEROMEL, E.J. **Princípios fundamentais em tecnologia de pescado**. São Paulo, Secretaria de Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1989. (Série Tecnologia Agroindustrial, 11).

GERMANO, P.M.L. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2008.

GERMANO, P.M.L et al., Pescado como causa de toxinfecções bacterianas. *Higiene Alimentar*, v.7, n.28. p. 40-45, 1993.

GONÇALVES, A.A. **Material Técnico científico, projeto TCP/STP/2002 (A)**. Apoio às comunidades pesqueiras na tecnologia pós-captura e comercialização do pescado. Organização das Nações unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/UM), 2005.

GONÇALVES, A.A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.

HEDGES, N. **The selection and pre-treatment of fish**. In: KENNEY, C.J. *Managing frozen foods*. 1st ed. Boca Raton (USA): CRC press LLC, 2000.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/summary/SpeciesSummary.php?id=119> consultado em 20/06/2012

HOWGATE, P.A. **Review of the kinetics of degradation of inosina monophosphate in some species of fish during chilled storage**. *Intern. J. Food Sci. Technol.* 2006.

HUNGERFORD, J.M. **Scombroid poison: A review**. *Toxicon*. 2010, in press:1-3.

IBAMA, **Estatística da Pesca 2007. Brasil**: Grandes Regiões e Unidades da Federação. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Ministério do Meio Ambiente; Brasília, DF, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed.São Paulo, 1985. v.1-Métodos químicos e físicos para análise de alimento. 3 ed. São Paulo:IMESP,1985.

ISAAC, V.J et al. **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI**:recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: UFPA, 2006.

JAY, M.J. **Microbiologia de alimentos**. 6. Ed. São Paulo: Artmed, 2005.

LARA, J.A.F.; GARBELINI, J.S.; DELBEM, A.C.B. **Tecnologias para agroindústria**: processamento artesanal do pescado do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2007. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicações/download.hph?arq.pdf=ct73>. Acesso em: 24 de nov. de 2011.

LEITÃO, M.F.F. **Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha**. In: KAI, M. RUIVO, E.U. Controle de qualidade de pescado. Santos: Leopoldium editora e Loyola edições, 1988.

LENZA, R.C, **Ocorrência de histamina no pescado** (Monografia). São Paulo: UCB; 2006. 59 p. Curso de pós-graduação “Lato Senso” em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, 2006.

LIMA, S.C.A.M. **A qualidade do pescado e a segurança dos alimentos**. Trabalho apresentado no II Simpósio sobre a Qualidade do Pescado, Instituto de Pesca, Secretaria da Agricultura. Santos (SP), 2006.Disponível em <FTP://ftp.sp.gov.br/ftppesca/qualidad-pescado.pdf>. Acessoem: 13 jul. 2011.

LISTON, J. **Microbiology in fishery scienc**.In: Connell, J.J. Advances in fish scienc and technology. Fishing News Books, 1980.

LOURENÇO, L.F.H et al. **Características físicas, químicas e microbiológicas da pescada branca salgada e seca em secador solar**. Bol. Tec. Cient. CEPNOR, 2001; 1(1): 135-144.

LUPIN, H.M. **Conceitos básicos sobre secagem natural de peixe**. Seminário sobre controle de qualidade e tecnologia do pescado para países da África Austral, 1983.

MACHADO, I. **Características do sal e prepara da matéria-prima para a salga e defumação**. In: Simpósio e Workshop: Tecnologia de salga e defumação de pescado. Guarujá: ITAL, 1994.

MACHADO, Z.L. **Tecnologia de recursos pesqueiros: parâmetros, processos, produtos**. Recife: SUDENE - DRN - Divisão de Recursos Pesqueiros, 1984.

NUNES, M.L.; VIEIRA, G.H.F.; ROCHA, A.C.S.; NOBREGA, J.W.M. **Composição química de alguns peixes do nordeste brasileiro**. Arquivos de ciência do mar. (Arq. Ciên. Mar) Fortaleza-CE, v-1, n.16, p.23-26, 1976.

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

PEDRO, S; NUNES, M. L. **Salga de pescado**. In: GONÇALVES, A.A. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.

PÉREZ, A.C.A. et al. **Procedimentos higiênico-sanitários para a indústria e inspetores de pescado: recomendações**. Santos, 2007. Para agroindústria: toxinfecções bacterianas. Higiene Alimentar v.7, n.28, p.40-45, 1993.

Sampaio GS. **Ocorrência de óxido de colesterol e análise do perfil lipídico em camarão salgado-seco** [Dissertação mestrado]. São Paulo, São Paulo: Universidade de São Paulo 2004. 105p.

SANTOS, M.G.; VIEIRA, R.F.S.H.; FARIA, S.T.; SOUSA, O.V. **Coliformes isolados de utensílios e equipamentos, na linha de processamento de camarão, de uma indústria de pescado de Fortaleza, Ceará**. Hig. Alim, 2002; 47:1-9.

SCHRAMM, M.A. **Ocorrência de toxinas amnésica, paralisantes e diarreicas na carne de moluscos cultivados em Santa Catarina: Segurança alimentar e saúde pública**. Tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. Doutorado em Ciência dos

Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos.

SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (SVS). MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Manual Integrado de Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimento**. SVS. MS., 2002. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd41/manual.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2011.

SOLÉ, D.; SILVA, L.R.; ROSÁRIO FILHO, N.A.; SARNI, R.O.S. **Convenção Brasileira sobre Alergia Alimentar**: 2007. Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia, 2008, 31(2): 64-89.

STRIDE, R.K. **Diagnóstico da pesca artesanal marinha do estado do Maranhão**. São Luís: CORSUP/EDUFMA, 1992.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO) /NEPA-UNICAMP. Versão II. 2. Ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006.

TELES, F.J.S.; VIEIRA, G.H.F.; VIEIRA, R.F.S.H. **Industrialização do pescado marinho e de água doce**. Arquivos de ciência do mar. (Arq. Ciên. Mar) Fortaleza-CE. v.2, n.15, p.111-113, 1975.

VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4th ed., Washington, APHA, 2001.

VIEIRA, D.M.; NAUMANN, C.R.; ICHIKAWA, T.; CÂNDIDO, L.M.B. **Características microbiológicas de carne de siri beneficiada em Antonina (PR) antes e após a adoção de medidas de boas práticas**. Sci. Agar. 2006; 7(1-2):41-8.

VIEIRA, G.H.F. **Aproveitamento de produtos e subprodutos de pescado como alimento alternativo de baixo custo**. Memorial University of Newfoundland (Canadá), Newfoundland. V.199,n.171, p.123-132, 1993.

VIEIRA, G.H.F.; CALAND, M.C. **Aspectos sanitários do pescado marinho do gênero *Scomberomorus lacépède*, salgado no estado do Ceará**. Bol. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, 1968, V.18, p.1-7, 1968.

VIEIRA, R.F.S.H.; VIEIRA, G.H.F.; ROCHA, C.A.S.; SAKER-SAMPAIO, S. SAMPAIO, A.H. **Avaliação sensorial e química de lagosta do gênero Panulirus White, estocadas em gelo.** Arquivos de ciência do mar. (Arq. Ciên. Mar) f Fortaleza-CE, 1989/1990.

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

YAMADA, S.Z.E. Identifying allergens in fish. Woodhead Publishing Limited and CRC Press; 2002.

7. ANEXOS

Anexo 1. Resultados do teor de cloreto de sódio (NaCl) durante salga

Hora	1a	1b	1c	Méd	D.pad.	2a	2b	2c	Med	D.pad.	3a	3b	3c	med	d.pad.
5	10,50	11,20	10,80	10,83	0,35	11,20	10,80	9,90	10,63	0,67	10,80	10,10	11,20	10,70	0,50
10	13,70	14,30	13,90	13,97	0,31	14,40	12,50	13,90	13,60	0,98	13,10	13,80	14,10	13,67	0,50
22	17,50	17,80	17,50	17,60	0,17	17,05	15,70	16,10	16,28	0,69	17,00	16,85	16,30	16,72	0,30
36	18,65	19,10	19,00	18,92	0,24	18,15	18,35	18,00	18,17	0,18	17,90	17,75	17,50	17,72	0,20
48	19,20	19,75	19,70	19,55	0,30	19,00	18,50	19,00	18,83	0,29	19,05	18,30	18,45	18,60	0,40
72	19,75	20,80	19,95	20,17	0,56	19,50	19,50	19,70	19,57	0,12	18,85	19,00	19,10	18,98	0,10
96	19,80	20,85	20,00	20,22	0,56	19,70	19,87	19,72	19,76	0,09	19,34	19,65	19,80	19,60	0,20
120	19,80	21,00	20,60	20,47	0,61	19,75	20,05	19,75	19,85	0,17	19,34	19,70	20,10	19,71	0,30

Teste de Tukey :NaCl

Categories	Mean	Groupings
Lote 1	20,467	A
Lote 2	19,850	A
Lote 3	19,713	A

Anexo 2. Determinações de umidade durante secagem

Hora	1 ^a	1b	1c	Média	D.Pad.	2a	2b	2c	medi	D.pad.	3a	3b	3c	Média	D.p.
0	56,59	56,1	55,8	56,20	0,36	57,2	56,9	57,1	57,11	0,16	57,3	56,4	56,8	56,86	0,10
		1	9			5	3	5			6	3	0		
10	51,04	50,9	51,1	51,01	0,10	53,5	52,9	52,7	53,05	0,41	49,2	49,7	49,2	49,37	0,10
		0	0			0	5	0			0	0	0		
34	46,49	46,8	45,9	46,41	0,43	48,4	48,5	48,0	48,33	0,29	45,5	45,9	45,0	45,50	0,10
		0	5			9	1	0			0	9	0		
58	42,25	42,3	41,9	42,15	0,22	44,0	43,7	42,8	43,54	0,59	40,9	41,6	41,0	41,17	0,10
		0	0			0	5	7			0	0	0		
82	40,75	39,9	40,0	40,22	0,46	42,1	41,8	41,5	41,83	0,30	39,1	39,9	39,3	39,46	0,10
		0	0			0	8	0			2	5	0		
106	40,50	40,1	39,9	40,17	0,31	41,9	41,5	41,1	41,50	0,40	39,2	39,2	39,2	39,22	0,10
		0	0			0	0	0			0	5	2		

Anexo 3. Tabelas das Análises do Peixe Serra *in natura* e o Tratamento Estatístico.

Tabela da composição centesimal do *S. brasiliensis in natura* - lote 1

in natura lote1	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídios %
1a	76,15	1,37	20,11	1,78
1b	77,11	1,25	19,38	1,83
1c	76,72	1,13	19,59	2,10
Média	76,66	1,25	19,69	1,90
D. padrão	0,48	0,10	0,31	0,14
C. variação	0,63	8,00	1,50	7,37

Tabela da composição centesimal do *S. brasiliensis in natura* - lote 2

in natura lote2	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídios %
2a	77,87	1,27	19,01	1,49
2b	75,98	1,45	19,43	1,85
2c	77,03	1,08	20,03	2,21
Média	76,96	1,27	19,49	1,85
D. padrão	0,95	0,19	0,51	0,36
C. variação	1,20	9,44	2,62	9,46

Tabela da composição centesimal do *S. brasiliensis in natura* - lote 3

in natura lote3	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídios %
3a	77,71	1,26	19,91	1,38
3b	74,13	1,44	20,57	2,24
3c	77,90	1,05	18,35	2,26
Média	76,58	1,25	19,61	1,96
D. padrão	2,12	0,10	1,14	0,15
C. variação	2,77	8,00	5,80	7,89

Teste deTukey: umidade

Categories	Mean	Groupings
lote 2	76,960	A
lote 1	76,660	A
lote 3	76,580	A

Teste deTukey: cinzas

Categories	Mean	Groupings
lote 2	1,267	A
lote 3	1,250	A
lote 1	1,250	A

Teste deTukey: proteina

Categories	Mean	Groupings
lote 1	19,693	A
lote 3	19,610	A
lote 2	19,490	A

Teste de Tukey: lipideos

Categories	Mean	Groupings
lote 3	1,960	A
lote 1	1,903	A
lote 2	1,850	A

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico e pH, como critério de avaliação da qualidade do peixe serra *in natura* (lote 1).

in natura	N-BVT	Gás sulfid.	pH
1ª	4,62	negativo	6,50

1b	4,81	negativo	6,64
1c	4,65	negativo	6,55
Média	4,69	-	6,56
D.p	0,10	-	0,07
C. variação	2,04		0,01

Observação: ausência ou negativo

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico e pH, como critério de avaliação da qualidade do peixe serra *in natura* (lote 2).

in natura	N-BVT	Gás sulfid.	pH
2a	3,95	negativo	6,10
2b	4,20	negativo	6,40
2c	4,20	negativo	6,25
Média	4,12	-	6,25
D.p	0,14	-	0,15
C.variação	3,40		2,40

Observação: ausência ou negativo

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico e pH, como critério de avaliação da qualidade do peixe serra *in natura* (lote 3).

in natura	N-BVT	Gás sulfid.	pH
3a	4,50	negativo	6,55
3b	4,35	negativo	6,70
3c	4,19	negativo	6,40
Média	4,35	-	6,55
D.p	0,16	-	0,15
C. variação	3,68		2,29

Observação: ausência ou negativo

Teste deTukey: N-BVT

Categories	Mean	Groupings
lote 1	4,693	A
lote 3	4,347	B
lote 2	4,117	B

Teste deTukey: pH

Categories	Mean	Groupings
lote 1	6,563	A
lote 3	6,550	A
lote 2	6,250	A

Anexo 4. Tabelas das análises do peixe serra salgado e seco e o tratamento estatístico.

Tabela da composição centesimal para *S. brasiliensis* salgado e seco (lote 1).

Processado	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídio %
1a	40,73	21,74	34,18	3,12
1b	39,90	22,95	33,52	3,20
1c	40,00	22,55	33,89	3,50
Média	40,21	22,41	33,86	3,27
D.p	0,45	0,62	0,33	0,20
C. variação	1,12	2,77	0,97	6,12

Tabela da composição centesimal para *S. brasiliensis* salgado e seco (lote 2).

Processado	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídio %
2a	40,10	21,32	34,25	3,95
2b	39,88	21,61	33,54	4,60
2c	40,50	21,31	33,74	4,42
Média	40,16	21,41	33,84	4,32
D.p	0,31	0,17	0,37	0,34
C. variação	0,75	0,79	1,09	7,87

Tabela da composição centesimal para *S. brasiliensis* salgado e seco (lote 3).

Processado	Umidade %	Cinzas %	Proteínas %	Lipídio %
3a	40,12	20,79	34,08	4,75
3b	39,95	21,14	34,73	4,00
3c	40,30	21,55	33,63	4,32
Média	40,12	21,16	34,15	4,36
D.p	0,18	0,38	0,55	0,38
C. variação	0,45	1,79	1,46	8,72

Teste deTukey: umidade

Categories	Mean	Groupings
lote 1	40,210	A
lote 2	40,160	A
lote 3	40,123	A

Teste deTukey: cinzas

Categories	Mean	Groupings
lote 1	22,413	A
lote 2	21,413	A B
lote 3	21,160	B

Teste deTukey: proteínas

Categories	Mean	Groupings
lote 3	34,147	A
lote 1	33,863	A
lote 2	33,843	A

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico, prova de ranço, pH, Histamina e Cloreto de sódio (NaCl), como critério de avaliação da qualidade do peixe serra salgado e seco (lote 1).

process	N-BVT	Gás sulfid.	Ranço	pH	Histamina	NaCl %
1a	5,80	negativo	negativo	6,65	Negativo	19,80
1b	6,00	negativo	negativo	6,61	Negativo	21,00
1c	6,56	negativo	negativo	6,70	Negativo	20,60
Média	6,12			6,65		20,47
D.p	0,39			0,05		0,61
C.variação	6,37			0,75		2,98

Observação: ausência ou negativo

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico, Prova de ranço, pH, Histamina

e Cloreto de sódio (NaCl), como critério de avaliação da qualidade do peixe serra salgado e seco (lote 2).

process	N-BVT	Gás sulfid.	Ranço	pH	Histamina	NaCl %
2a	4,94	negativo	negativo	6,30	negativo	19,75
2b	5,00	negativo	negativo	6,60	negativo	20,05
2c	4,89	negativo	negativo	6,60	negativo	19,75
Média	4,94			6,50		19,85
D.p	0,06			0,17		0,17
C. variação	1,21			2,61		0,86

Observação: ausência ou negativo

Tabela dos resultados das análises: N-BVT, Gás sulfídrico, Prova de ranço, pH, Histamina e Cloreto de sódio (NaCl), como critério de avaliação da qualidade do peixe serra salgado e seco (lote 3).

process	N-BVT	Gás sulfid.	Ranço	pH	Histamina	NaCl %
3a	5,70	negativo	Negativo	6,34	Negativo	19,34
3b	5,64	negativo	negativo	6,60	negativo	19,70
3c	4,90	negativo	negativo	6,30	negativo	20,10
Média	5,41			6,41		19,71
D.p	0,45			0,16		0,38
C. Variação	8,32			2,50		1,93

Observação: ausência ou negativo

Teste deTukey: N-BVT

Categories	Mean	Groupings
lote 1	6,120	A
lote 3	5,413	A B
lote 2	4,943	B

Teste de Tukey: pH

Categories	Mean	Groupings
lote 1	6,653	A
lote 2	6,500	A
lote 3	6,413	A