

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO SOBRE A QUALIDADE
MICROBIOLÓGICA DO PEIXE DE ÁGUA DOCE SALGADO E SECO

SUZANA CLÁUDIA SILVEIRA MARTINS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1984

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho dessa Dissertação é permitida desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Suzana Cláudia Silveira Martins

DISSERTAÇÃO APROVADA EM _____

Prof. Jorge Fernando Fuentes Zapata
Orientador

Prof. Geraldo Arraes Maia

Prof. Carlos Brunet Martins

Prof. José Cals Gaspar Júnior

Aos meus pais, *Domíngos* e *Maria Amélia*
Ao meu esposo, *Martins* e
aos meus filhos, *Andreia*, *Adriana* e
Víctor

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

Ao Professor FRANCISCO ARIOSTO HOLANDA, Diretor Executivo do Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), pela possibilidade de realização deste mestrado.

Ao Professor JORGE FERNANDO FUENTES ZAPATA pela orientação sempre segura e principalmente, pelo estímulo e amizade demonstrados em todos os momentos, que foram fundamentais para o término deste trabalho.

Ao Professor GERALDO ARRAES MAIA, pelo apoio dispensado durante todo o curso e pelas opiniões experientes que contribuíram de forma decisiva para elaboração e conclusão desta tese.

Aos Professores CARLOS BRUNET MARTINS e JOSÉ CALS GASPAR JÚNIOR pela revisão realizada e pelas sugestões apresentadas que permitiram aperfeiçoar este trabalho.

A Professora ELIANA MIRANDA DE SAMPAIO pela criteriosa análise estatística realizada.

A colega BENEMÁRIA ARAÚJO MACÊDO pelo auxílio no laboratório em relação às análises químicas.

A todos os professores e colegas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

A RITA DE CARVALHO FEITOSA pelo excelente trabalho de datilografia realizado.

A minha família e a todos que direta e indiretamente me ajudaram nesta jornada.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| <u>LISTA DE TABELAS</u> | viii |
| <u>LISTA DE TABELAS EM APÊNDICE</u> | ix |
| <u>LISTA DE FIGURAS</u> | x |
| <u>LISTA DE FIGURAS EM APÊNDICE</u> | xi |
| <u>RESUMO</u> | xiv |
| <u>ABSTRACT</u> | xvi |
| | |
| 1 - <u>INTRODUÇÃO</u> | 1 |
| 2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> | 4 |
| 2.1 - <u>A Salga de Peixe no Nordeste Brasileiro</u> | 4 |
| 2.2 - <u>Salga</u> | 5 |
| 2.3 - <u>Métodos de Salga</u> | 9 |
| 2.4 - <u>Secagem</u> | 12 |
| 2.4.1 - <u>Método de Secagem</u> | 14 |
| 2.4.1.1 - <u>Secagem Natural</u> | 14 |
| 2.4.1.2 - <u>Secagem Artificial ou Desidratação</u> | 15 |
| 2.5 - <u>Sal</u> | 17 |
| 2.6 - <u>Alterações do Pescado Salgado e Seco</u> | 22 |
| 3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u> | 29 |
| 3.1 - <u>Matéria Prima</u> | 29 |

| | Página |
|--|--------|
| 3.2 - <u>Processamento</u> | 29 |
| 3.3 - <u>Análises Químicas</u> | 32 |
| 3.3.1 - Umidade..... | 32 |
| 3.3.2 - Proteína..... | 32 |
| 3.3.3 - Extrato Etéreo..... | 33 |
| 3.3.4 - Cinzas..... | 33 |
| 3.3.5 - Determinação de Elementos Metálicos (Ca, Mg e Cu) no Sal..... | 34 |
| 3.3.6 - A rancidez oxidativa do peixe durante a estocagem..... | 34 |
| 3.3.7 - Determinação de Sal..... | 35 |
| 3.4 - <u>Análises Microbiológicas</u> | 36 |
| 3.4.1 - Preparo da Amostra..... | 38 |
| 3.4.2 - Contagem Total de Microrganismos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis..... | 38 |
| 3.4.3 - Contagem de Microrganismos Halofílicos... | 36 |
| 3.4.4 - Contagem de Mofos e Leveduras..... | 37 |
| 3.4.5 - Contagem de Clostrídio Sulfito Redutores.. | 37 |
| 3.4.6 - Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> | 47 |
| 3.4.6.1 - Pesquisa da Presença de Coagulase..... | 38 |
| 3.4.6.2 - Prova da Catalase..... | 38 |
| 3v4.7 - Número mais Provável de Coliformes..... | 38 |
| 3.4.8 - Número mais Provável de Coliformes Fecais. | 39 |
| 3.4.9 - Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i> | 39 |
| 3.4.9.1 - Pré-Enriquecimento..... | 39 |
| 3.4.9.2 - Enriquecimento Seletivo..... | 39 |
| 3.4.9.3 - Seleção e Isolamento em Ágar..... | 40 |
| 3.5 - <u>Análise Estatística dos Resultados</u> | 40 |

| | Página |
|--|--------|
| 4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> | 41 |
| 4.1 - <u>Rendimento</u> | 41 |
| 4.2 - <u>Características Químicas do Sal</u> | 41 |
| 4.3 - <u>Composição Química</u> | 44 |
| 4.4 - <u>Rancidez Oxidativa</u> | 46 |
| 4.5 - <u>Análises Microbiológicas</u> | 48 |
| 4.5.1 - <u>Matéria Prima</u> | 48 |
| 4.5.2 - <u>Sal</u> | 51 |
| 4.5.3 - <u>Peixe Salgado Seco</u> | 51 |
| 5 - <u>CONCLUSÕES</u> | 57 |
| 6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | 59 |
| <u>APÊNDICES</u> | 66 |
| <u>APÊNDICE "A"</u> | 67 |
| <u>APÊNDICE "B"</u> | 71 |

LISTA DE TABELAS

| TABELAS | | Página |
|---------|---|--------|
| 1 | Rendimento do processo de tilápia do Nilo na forma de peixe salgado-seco..... | 42 |
| 2 | Teor de Ca, Mg, Cu no sal Marlin..... | 43 |
| 3 | Conteúdo de NaCl, Ca e Mg em amostras de sal grosso utilizado pelos pescadores no estado do Ceará (%)..... | 43 |
| 4 | Composição química da tilápia do Nilo (<i>Sarotherodon niloticus</i>)..... | 44 |
| 5 | Índice de contaminação microbiológica do peixe fresco comercializado em dois açudes do estado do Ceará..... | 49 |
| 6 | Bacteriologia da água do açude Pereira de Miranda localizado no município de Pentecoste-Ce..... | 50 |
| 7 | Conteúdo de bactérias halófilas no sal usado pelos pescadores em açudes nortestinos..... | 52 |
| 8 | Índice de contaminação microbiológica para o pescado processado por pescadores em açudes públicos do estado do Ceará... * | 56 |

LISTA DE TABELAS EM APÊNDICE

| TABELAS | | Página |
|---------|---|--------|
| 9 | Análise de variância das medidas de <u>um</u> <u>i</u> dade do peixe salgado-seco durante a <u>es</u> <u>t</u> ocagem..... | 68 |
| 10 | Análise de variância das medidas de <u>pr</u> <u>o</u> teína do peixe salgado-seco durante a <u>es</u> <u>t</u> ocagem..... | 68 |
| 11 | Análise de variância das medidas de <u>cl</u> <u>o</u> reto de sódio do peixe salgado-seco <u>du</u> <u>r</u> ante a estocagem..... | 69 |
| 12 | Análise de variância das medidas de TBA do peixe salgado-seco durante a <u>estoca</u> <u>g</u> em..... | 69 |
| 13 | Análise de variância para contagem de <u>ba</u> <u>c</u> térias mesófilas..... | 70 |
| 14 | Análise de variância para contagem de <u>ba</u> <u>c</u> térias halófilas..... | 70 |

LISTA DE FIGURAS

| FIGURAS | | Página |
|---------|--|--------|
| 1 | Fluxograma do processamento para obtenção da tilápia salgada-seca..... | 30 |

LISTA DE FIGURAS EM APÊNDICE

| FIGURAS | | Página |
|---------|---|--------|
| 2 | Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilápia salgada-seca, tratada com antioxidante, durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 72 |
| 3 | Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilápia salgada - seca durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 72 |
| 4 | Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração..... | 73 |
| 5 | Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilápia salgada-seca tratada com antioxidante, durante a estocagem à temperatura de refrigeração..... | 73 |
| 6 | Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 74 |
| 7 | Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração. | 74 |

FIGURAS

Página

| | | |
|----|--|----|
| 8 | Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 74 |
| 9 | Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração..... | 75 |
| 10 | Variação do logarítmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 76 |
| 11 | Variação do logarítmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 76 |
| 12 | Variação do logarítmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração. | 77 |
| 13 | Variação do logarítmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração..... | 77 |
| 14 | Variação do logarítmo do número de mofos e leveduras e <i>S. aureus</i> na tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 78 |
| 15 | Variação do logarítmo do número de mofos e leveduras e <i>S. aureus</i> na tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente..... | 78 |

FIGURAS

Página

- | | | |
|----|---|----|
| 16 | Variação do logarítmo do número de mofos e leveduras e <i>S. aureus</i> na tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração..... | 79 |
| 17 | Variação do logarítmo do número de <i>S. aureus</i> na tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatuta de refrigeração..... | 79 |

RESUMO

Foi estudado o processo de salga e secagem de peixe de água doce no Nordeste do Brasil, com especial atenção para o desenvolvimento microbiológico. Vinte quilogramas de tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), procedente do açude de Pereira de Miranda, no município de Pentecoste, Ceará, foram acondicionadas em gelo e transportadas para o Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, onde foram processadas em peixe salgado-seco. O pescado foi eviscerado e espalmado de acordo com o processo usado pelos pescadores artesanais na região nordestina, e, então, salgado por 24 horas com 18% de NaCl, em relação ao peso do peixe. A seguir, metade das amostras salgadas foram mergulhadas numa solução de antioxidante comercial por 30 seg e estocadas sob refrigeração (0°C) e à temperatura ambiente (28°C) por 60 dias.

Análises microbiológicas foram executadas nos seguintes materiais: a água do açude, o peixe processado pelos pescadores locais, o sal usado no processo de salga e o peixe salgado-seco durante o período de estocagem. A composição centesimal do produto também foi determinada.

Embora nenhuma contaminação microbiológica tenha sido detectada na água coletada no interior do açude, coliformes totais e fecais foram encontrados em amostras provenientes da margem deste reservatório. As características químicas e microbiológicas do sal usado neste estudo foram satisfatórias, contudo, o sal empregado pelo pescador rural apresentou um elevado teor de sais de cálcio e magnésio assim como a presença de bactérias halofílicas.

O rendimento do processo de salga e secagem foi de 54% com a tilápia seca contendo cerca de 37% de proteína, 45% de umidade e 13% de sal. O decréscimo do teor de umidade observado durante o período de estocagem foi insignificante.

A aplicação de antioxidante no peixe salgado não demonstrou eficiência sobre o peixe seco, já que o produto apresentou sinais de rancidez oxidativa logo após a secagem. A rancidez, medida pelo número de ácido tio-barbitúrico (TBA), continuou a aumentar durante o período de estocagem.

Um decréscimo no nível de bactérias mesófilas e um aumento nas halófilas, também foi constatado durante o tempo de estocagem.

O peixe salgado-seco conservado sob refrigeração, apresentou um baixo nível de contaminação microbiana, incluindo bactérias, mofo e leveduras, quando comparado com o estocado à temperatura ambiente.

Peixe de água doce salgado-seco no nordeste brasileiro mostrou-se um material com elevado índice de contaminação. Contudo, a carga bacteriana poderia ser reduzida para limites aceitáveis através do uso de técnicas de salga e secagem apropriadas.

ABSTRACT

The process of salting and drying of freshwater fish in Northeast Brazil was studied, with special interest on microbial development. Twenty kilograms of Nile tilapia (*Sarotherodon niloticus*) from the Pereira de Miranda freshwater reservoir, in Pentecoste, Ceará were taken to the Universidade Federal do Ceará Department of Food Technology, to be processed into dry-salted fish. Fish was gutted and fileted according to the procedures followed by the region fishermen and then salted for 24 hours using 18% (w/w) NaCl. Following the salting period half of the fish batch was dipped in a commercial antioxidant solution for 30 seconds. Fish was then sun-dried for 6 hours and stored under refrigeration and room temperatures for 60 days.

Microbial content was assessed on the following materials: the waters from the reservoir, the fish landed by the local fishermen, the salt used in the salting process and the salted and dried fish through the storage period. Proximal analysis of the product was also determined.

Although no microbial contamination was detected in the interior waters of the reservoir, total and fecal coliforms were found in the shallow waters of the reservoir. Chemical and microbiological condition of the salt used in this study was found to be satisfactory. However, the salt used by the rural fishermen was high in calcium and magnesium salts and in halophilic bacteria content.

The yield of the process of salting and drying was 54% with the dry tilapia containing about 37% protein, 45% moisture and 13% salt. A slight decrease of moisture content

was observed during the storage period. The application of antioxidant to the salted fish demonstrated no beneficial effect on the dry fish condition with the product showing some signs of oxidative rancidity soon after the drying step. Rancidity continued to increase during storage as measured by the TBA number.

A decrease in mesophilic bacteria and an increase in halophilic bacteria levels was also detected during the storage period.

Salted and dried fish kept under refrigeration condition showed a lower level of microbial contamination, including bacteria, mold and yeast, when compared to that stored under room temperatures.

Freshwater fish landed in northeast Brazil showed to be a highly contaminated material. However, the bacterial load could be brought down to acceptable limits by using appropriate salting and drying techniques.

1 - INTRODUÇÃO

O regulamento da inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal define pescado salgado seco, como aquele que se obtém pela dessecação de pescado íntegro previamente curado pelo sal, o qual não deve ter mais de 35% de umidade, nem mais de 25% de resíduo mineral fixo total.

A salga e secagem de peixe é um dos métodos mais antigos usados pelo homem para preservar alimentos. Seu uso remonta às civilizações do Antigo Egito e da Mesopotâmia, há 4.000 anos A.C., passando pela idade do bronze, idade clássica, onde documentos escritos induzem a crer que o atum era salgado-seco, idade média, com Marco Polo relatando a salga do atum no golfo Pérsico, e atingindo os dias atuais.

A salga é um método de preservação baseado na penetração de sal no interior dos tecidos, que é governado por vários fatores físicos e químicos, tais como a difusão e a osmose, e uma série de complicados processos bioquímicos associados com mudanças em vários constituintes do peixe, principalmente as proteínas.

A simplicidade do processo é uma de suas grandes vantagens, não exigindo habilidade especial, requerendo um investimento mínimo de capital e conservando o produto por longos períodos.

Geralmente, a salga é seguida de secagem, sendo possível através dela, a redução no teor de umidade o que contribui para elevar a qualidade do produto, reduzindo as alterações bioquímicas e o crescimento de microrganismos.

Grande porcentagem do total das capturas brasileiras de peixe são destinadas à elaboração de produtos salgados o

que reflete o hábito de consumir peixes salgados no Brasil. Este fato justifica todos os esforços para aperfeiçoar, ampliar e diversificar a indústria de salga.

Por outro lado, tem sido amplamente debatida a questão de escassez de proteínas no mundo, em função do aumento populacional, particularmente nas chamadas regiões em desenvolvimento. A adequacidade do peixe como excelente fonte de proteínas é reconhecida e comparada em valor nutritivo, com ovos, carnes e leite. Nas regiões em desenvolvimento existe a necessidade de encontrar um processo que utilize o peixe como fonte de proteínas e que forneça um produto de baixo custo sem necessidade de pessoal qualificado e de equipamentos sofisticados para sua execução. Peixe salgado seco é um produto que atende perfeitamente as exigências referidas.

A necessidade de melhorar a qualidade do pescado salgado seco no Brasil, foi reconhecida e recomendada pelos especialistas em tecnologia do pescado. Devido a qualidade deficiente, os produtos salgados de produção nacional são vendidos por preços irrisórios, enquanto que produtos similares como o bacalhau salgado-seco de importação, se vendem nos supermercados dos grandes centros urbanos a preços bem elevados.

O pescado salgado, preparado no Brasil, é vendido às populações menos abastadas, em geral, já com evidentes sinais de alteração, por atividade bacteriana, rancidez e com transformações bioquímicas que inferiorizam o produto sob o ponto de vista estético e alimentar.

A pesca Continental no estado do Ceará é uma atividade que se difunde por meio de aproximadamente 38 açudes federais administrados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Grande parte dessa produção é exportada para centros de comercialização fora e dentro do estado do Ceará. Esta exportação é procedida com três tipos de pescado: fresco, resfriado e salgado. Este último por se constituir uma atividade de pouco emprego de capital é um dos recursos mais usados pelos pescadores. No entanto, esta

salga, é ainda hoje, uma atividade de natureza tradicionalista, tendo persistido o empirismo. Como consequência disto, são encontradas as mais diferentes qualidades de peixe salgado-seco e, no que se refere ao estado de conservação, é quase sempre o mais precário, de péssimo aspecto higiênico e valor nutricional.

A finalidade do presente trabalho é promover uma avaliação das atuais práticas artesanais de salga e secagem de peixe de água doce no Nordeste Brasileiro visando a sugestões de técnicas adequadas de processamento e eliminação dos pontos críticos de contaminação bacteriana do produto nas fases de processamento e estocagem, a fim de permitir a obtenção de um produto de melhor qualidade para benefício do consumidor.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - A Salga de Peixe no Nordeste Brasileiro

O Nordeste Brasileiro embora possuindo grande número de reservatórios públicos, em sua maioria localizados no estado do Ceará, é uma das regiões do mundo de maior carência de proteínas de origem animal, FREITAS e GURGEL(1971a).

De acordo com a publicação "Quadros Informativos sobre a administração da pesca em 101 açudes públicos controlados pelo DNOCS no ano de 1981" o estado do Ceará capturou 10.504,6 toneladas de pescado no valor de CR\$ 402.680.103,00 correspondente a uma renda de CR\$ 1.114.924,60.

A tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) é uma das espécies de maior importância comercial dos açudes do Nordeste, ocupando o primeiro lugar a partir de 1978. Em 1979, a produção de pescado dos açudes foi de 15.702,1 toneladas, concorrendo a tilápia do Nilo com 34,2% desta produção, FREITAS et alii (1981). Este fato segundo FREITAS e GEROMEL (1982) deve-se ao grande incentivo dado pelo governo federal para a piscicultura deste exemplar.

Por falta de uma infra-estrutura adequada, principalmente ausência de uma rede de armazéns frigoríficos, estradas e transportes rápidos, os recursos pesqueiros não têm sido devidamente aproveitados, sendo ainda rudimentares os métodos utilizados.

A fim de suprir as necessidades dos consumidores distantes das fontes de produção, o pescado capturado é conservado pelo sal e depois de seco ao sol transportado de um mu

nicípio para o outro ou entre os estados mais próximos. Desta maneira, os peixes conservados pelo sal contribuem bastante para diminuir a carência de proteínas da população, FREITAS e GURGEL (1971b).

GURGEL (1970), observou que 98,4 por cento da produção de peixe salgado do açude "Araras" foram distribuídos entre os municípios do sertão e da serra da Ibiapaba. O mesmo autor esclarece que por se tratar de uma atividade acessível a qualquer nível econômico, a salga de pescado é generalizada no Nordeste, sendo em todos açudes e no litoral de característica exclusivamente artesanal.

No Nordeste Brasileiro, onde as condições climáticas são propícias, existe uma demanda tradicional de pescado salgado. Estima-se que 45% do pescado capturado nos açudes do Nordeste sejam comercializados salgados e/ou salgado-seco. Entretanto, os próprios pescadores se ocupam de salgar e secar o pescado em instalações precárias e com técnica primitiva, fazendo com que as condições sanitárias do pescado deixem muito a desejar, FREITAS et alii (1981).

2.2 - Salga

A salga de alimentos particularmente de peixes é, segundo ZUGARRAMURDI e LUPIN (1980), um tratamento antigo ainda em uso nos países desenvolvidos devido a razões econômicas e para satisfazer os hábitos alimentares dos consumidores.

É um método de preservação baseado na penetração do sal por osmose no interior dos tecidos, paralelo a perda de água por parte do peixe, até alcançar o equilíbrio salino entre o músculo e a solução salina num tempo específico, GRECCHI (1972), BERAQUET (1974) e ZUGARRAMURDI e LUPIN (1980).

O processo de salga de peixe pode ser dividido em três etapas: na primeira, o peixe é exposto a uma elevada

concentração salina. O movimento do sal para o interior do peixe é sempre acompanhado por um movimento mais ativo da sua água para a salmoura circundante. A camada exterior do músculo controla a velocidade de penetração.

Nessa etapa, ocorre um decréscimo considerável no peso do peixe e as camadas interiores do músculo não foram ainda completamente penetradas pelo sal. Na segunda etapa, a pressão osmótica ainda exerce influência, embora em escala reduzida. Não há grande diferença entre a taxa de sal que penetra no peixe e a taxa de água que deixa o peixe. A concentração de sal na camada superficial do tecido muscular é igualada a da salmoura circundante. Qualquer decréscimo na quantidade de sal presente na camada superficial do músculo é compensada por sal retirado da salmoura. Na terceira etapa, uma menor quantidade de sal se move para o interior do peixe. Como consequência o peso do peixe aumenta ligeiramente. A concentração nos fluidos celulares de todas as partes do peixe se aproxima e, finalmente, iguala-se à concentração fora do peixe, BERAQUET (1974).

Em linhas gerais, o processo poderia ser resumido nos seguintes fenômenos: em concentrações salinas baixas e médias, há transferência de água da salmoura aos músculos, resultando no seu intumescimento. Em concentrações acima de determinado limite, o processo é invertido com remoção de água dos tecidos podendo resultar na desnaturação das proteínas, DEL VALLE e NICKERSON (1967a e 1967b).

Segundo GRECCHI (1972) durante o processo de salga a albumina coagula, perde seu aspecto vítreo e desenvolvem-se substâncias aromáticas. Quanto menor a absorção do sal pior a conservação e maior o desenvolvimento de substâncias aromáticas, influenciando profundamente no sabor do pescado. Quanto maior a absorção do sal melhor será a conservação, porém o sabor tende a desaparecer.

Com relação a quantidade de sal a ser usado no processo, o autor observa que devem ser estabelecidas normas rígidas para cada espécie de peixe, considerando a quantidade

de sal que existe no interior dos tecidos, como por exemplo as sardinhas que se conservam bem com uma porcentagem variável de 16 a 18% de sal. O tempo de salga também varia de acordo com a preferência do fabricante, ou seja, conforme o sabor e odor que se quer obter. O processo da salga inicia-se no momento em que a superfície do peixe entra em contato com o sal, em solução ou em cristais, e termina quando o peixe todo alcançou a salinidade requerida adquirindo sabor, consistência e odor apropriado, BERAQUET (1974). BERAQUET et alii (1977) determinaram o tempo de salga de sardinhas destinadas ao enlatamento através da variação do teor de sal em relação aos tempos de salmouragem de 30, 60 e 90 min para a sardinha crua, pré-cozida e enlatada. Para o produto enlatado, um teste de avaliação organoléptica conduzido em três etapas distintas, mostrou que os tratamentos de 30 e 60 min de salmouragem forneceram produtos de melhor sabor, sendo que o produto tratado durante 30 min foi o preferido, o que significaria teores de sal entre 1,95 e 2,44% e uma redução no tempo de processamento de aproximadamente uma hora.

BASTOS (1977), trabalhando com músculo do Cação Branco (*Carcharhynchus porosus*, Ranzani), obteve um produto de boa qualidade usando 30% de cloreto de sódio em relação ao peso da matéria prima por um período de 12 dias. BOTELHO (1956) recomenda usar um quilo de sal para cada três quilos de peixe para salga do Pirarucu por um período de 6 a 8 dias. FREITAS et alii (1981) realizaram diversos experimentos com diferentes concentrações de sal, iniciando-se com as mais altas (50 por cento) até as mais baixas (18 por cento) e concluíram que a tilápia do Nilo, salgada em salmoura natural, a 18 por cento de sal em relação ao seu peso limpo, na região Nordeste do Brasil, pode ser considerada como curada após 20 horas. FREITAS E GURGEL (1971b) melhoraram o processo usado pelos pescadores utilizando uma porcentagem de sal de 20 a 30 por cento em relação ao peso do peixe limpo, YANG et alii (1981) usando 25% de sal em relação ao peso do "Grayfish" (*Squalus acanthias*) obtiveram um produto de boas

características. KOSAK e TOLEDO (1981) usaram inicialmente 100 kg de peixe para 10 kg de NaCl por 15 horas e a seguir uma salmoura com 2% de NaCl por 24-48 horas obtendo um produto com uma distribuição uniforme de sal. TORRANO e OKADA (1977) no processamento de cação salgado e seco usaram sal numa proporção de 100 kg de carne para 30 kg de sal por um período de 72 horas e conseguiram um produto considerado satisfatório.

A penetração do sal e a perda de água são influenciadas por fatores relativos ao peixe e por fatores externos. No primeiro caso temos o teor de gordura, tamanho do peixe, tipo de carne, razão entre o tecido conectivo e tecido muscular e estágio da carne em relação ao rigor mortis. A gordura atua como barreira tanto na penetração do sal quanto na remoção de água; desta forma em peixes gordurosos, o mecanismo é bem mais lento. Observa-se uma relação inversa entre o tamanho do peixe e a razão de penetração do sal no interior dos tecidos. Entre os fatores externos podem ser citados a temperatura, concentração da salmoura, impurezas do sal, tratamento a que é submetido o peixe antes da salga (remoção da cabeça, evisceração, etc.) e atividade microbiana facilitando a entrada do sal. Referindo-se a temperatura, sabe-se que a penetração do sal é tanto mais rápida quanto mais elevada for a temperatura, BERAQUET (1974), LEITÃO (1979), CLUCAS e SUTCLIFFE (1982) e JASON (1965). Quanto a concentração da salmoura pesquisadores japoneses estabeleceram a seguinte relação que descreve a concentração limite com que o peixe deve ser salgado para se conservar.

$$\frac{S}{W - 35} \times 100 = 50 \quad \text{onde } S \text{ é o conteúdo de NaCl}$$

em percentagem e W, o conteúdo de água livre e ligada na carne do peixe. O número 50 é um limite acima do qual já há atividade bacteriana.

Ensaio efetuado por BOTELHO e NORT (1974) mostram

a variação da penetração do sal em função da espécie de peixe utilizado, temperatura e concentração da salmoura. Segundo o mesmo autor a penetração de sal é mais rápida na merluza e na pescada do que no cação e na corvina.

LEITÃO (1979) afirma que o teor de umidade e a concentração salina do pescado, após a salga são variáveis em função do pescado utilizado, tipo de peixe, intensidade da desidratação, etc. Assim, no bacalhau submetido à salga a seco, a umidade pode variar de 10 a 30%, ao passo que a concentração salina oscila de 25 a 35%. Dados mencionados por VARGA *et alii* (1979), estabelecem para peixes submetidos a salga intensa valores finais de 40, 32 e 28% para umidade, teor de NaCl e sólidos totais respectivamente. BASTOS (1977) afirma que o pescado salgado e seco caracteriza-se por ter uma concentração de proteínas da ordem de 30 a 40%, sendo praticamente desprovido de carboidratos. A concentração de umidade deverá ser inferior a 40%, enquanto o teor de cloreto de sódio deverá enquadrar-se na faixa de 20 a 25%.

Os produtos obtidos têm de acordo com a quantidade de sal presente, a seguinte classificação: Fortemente salgado, aquele que contém 33% ou mais de sal em base seca. Medianamente salgado, possui um conteúdo de sal entre 28 e 33% e ligeiramente salgado que apresenta um conteúdo de sal de 28% ou menos em base seca, BERAQUET (1974).

O processo de salga de peixes é pois constituído de vários fatores, como a inibição da multiplicação bacteriana, maturação lenta por ação de certas enzimas, processos autolíticos e proteolíticos que proporcionam sabor e odor agradáveis e separação por pressão das substâncias gordurosas com desidratação parcial do produto, GRECCHI (1972).

2.3 - Métodos de Salga

Segundo BEATTY e FOUGÈRE (1957) existem dois tipos

de cura, a leve e a pesada. O peixe pode ser submetido a várias concentrações de sal, mas o produto final geralmente apresenta uma ou outra dessas curas. O peixe submetido a salga leve apresenta carne firme, com a face lisa, um pouco ou nenhum sal na superfície. Tem como características odor agradável e flavor semelhante ao queijo "cheddar". Esse processo é mais caro, necessita remover maior quantidade de água na secagem e facilita o processo deteriorativo. O produto final contém cerca de 18% de sal em base seca e umidade em torno de 35%. No processo de salga pesada o peixe fica completamente saturado com sal antes da secagem. A superfície apresenta-se branca, algumas vezes áspera e queimada.

Para qualquer desses tipos de cura, a salga é praticada em níveis artesanais e industriais, mediante a aplicação de três diferentes processos conhecidos pela denominação de salga seca, salga úmida e salga mista. A escolha do método dependerá principalmente do teor de gordura do peixe, BASTOS (1977).

A salga à seco consiste em empilhar-se camadas alternadas de peixe e sal na forma cristalina (20-30%), depositando-se pesos em cima de tábuas, de maneira tal que a pressão exercida sobre os peixes ocasiona a saída da água e, conseqüentemente, a penetração do sal, num processo lento e seguro (osmose), BEATTY e FOUGÈRE (1957), GRECCHI (1972) e GAVA (1978). Neste método a salmoura formada pelo sal e a umidade do peixe é retirada de contato com o produto, KAI (1979) e CLUCAS e SUTCLIFFE (1981). Este processo, segundo MENDELSON (1974) e GRECCHI (1972), requer constante manuseio do peixe e poderia levar até três meses para completar-se as transformações metabólicas profundas, isto é, a maturação lenta acompanhada de uma putrefação contínua, que dá um produto final muitas vezes altamente contaminado com uma vida de prateleira muito limitada. CLUCAS e SUTCLIFFE (1982) não recomendam este método para ser usado em países tropicais, pois o peixe não é coberto pela salmoura e torna-se mais susceptível à deterioração e ataque de insetos. BASTOS (1977) ainda cita as seguintes desvantagens para este método

do: Baixo rendimento devido ao forte efeito desidratante. Má aparência do produto devido a uma penetração não homogênea do sal. Facilidade de oxidação do produto pela permanência em contato com o ar durante a cura. Daí a recomendação de usar-se este método somente para peixes magros. Por outro lado este tipo de salga apresenta as seguintes vantagens: Grande efeito desidratante, velocidade de penetração rápida do sal, pode ser praticada em barcos comuns.

Na salga úmida, o pescado é imerso em uma solução de salmoura até o fim do período de salga. Este método é usado para peixes com elevado teor de gordura, pois o mesmo não fica exposto ao ar e sua oxidação (rancificação) é evitada, BERAQUET (1974) e KAI (1979). Neste método a salmoura formada permanece em contato com o peixe, BEATTY e FOUGÈRE (1957). Entre as vantagens deste processo podemos citar: Penetração homogênea do sal, a concentração do sal pode ser ajustada, a desidratação é moderada e a oxidação devido ao ar é reduzida, já que o produto permanece submerso na salmoura durante o período de cura. Entre as desvantagens, para o processamento deste tipo de salga temos: barcos especiais são requeridos e a concentração de cloreto de sódio deve ser ajustada constantemente, BASTOS (1977).

Na salga mista, o pescado é inicialmente salgado a seco. À medida que ocorre a formação de salmoura entre o sal e a umidade do pescado, este vai ficando imerso na solução, pois não é efetuada a retirada da salmoura formada, KAI (1979). O método de salga mista, ou seja, a combinação dos dois métodos descritos anteriormente é de acordo com BASTOS (1977) o mais aconselhado para uma salga adequada. O autor explica que nas primeiras horas este processo é semelhante à salga seca, porém em virtude de não haver drenagem, a água de constituição do músculo eliminada durante a penetração do sal vai se acumulando, até submergir completamente o produto o qual permanece nesta condição durante o período de cura, ou seja, até ser atingido o equilíbrio osmótico.

A salga se completa com um período de cura que vai

de 2 a 20 dias. A redução deste tempo, sugerida por alguns autores faz-se pelo chamado processo de salga rápida, DEL VALLE et alii (1973); BERAQUET (1974), DEL VALLE et alii (1976), WOJTOWICZ (1977) e DEL VALLE e NICKERSON (1968). Apesar deste método ter um tempo de processamento de poucas horas, ele é aplicável apenas para produtos desintegrados, o que constitui um fator limitante para o processo.

2.4 - Secagem

A ação isolada do sal não constitui uma prevenção definitiva contra a deterioração do pescado, sendo necessário uma complementação do processo de salga através da secagem dos produtos salgados, BASTOS (1977).

A secagem segundo CLUCAS e SUTCLIFFE (1982) é a remoção da água do peixe. Normalmente o termo "secagem" implica na remoção da água por evaporação, mas a água também pode ser removida por outros métodos, por exemplo, a ação do sal e aplicação de pressão. Como a água é essencial para atividade dos microrganismos sua retirada reduziria, ou mesmo inibiria, a atividade autolítica e microbiológica podendo assim ser usada a secagem como um método de preservação.

Durante a secagem, a água é removida da superfície do peixe ocorrendo o deslocamento das camadas de água internas para a superfície. A secagem ocorre em duas fases distintas. Na primeira fase, denominada período de velocidade constante a secagem depende das condições ambientais da seguinte forma: quanto maior for a umidade relativa do ar menor será a velocidade de secagem e maior será o teor de umidade. O aumento da velocidade do ar aumenta a velocidade de secagem, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982).

Segundo BURGESS et alii (1971), a secagem apesar de mais lenta a velocidades menores do ar, não é muito rápida a velocidades maiores, sendo que as velocidades mais indica

das para a secagem de peixes estão compreendidas entre 60 e 90m³/min. A temperatura ambiente é outro fator que influi sobre a velocidade de secagem. Uma temperatura mais elevada permite uma maior velocidade de deslocamento da água, aumentando assim a velocidade de secagem, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982). Por outro lado, o calor pode conduzir a variações significativas nas propriedades texturais e físico-químicas do músculo. Existem poucas referências bibliográficas relacionadas com o efeito desnaturante do calor em produtos proteicos salgados. Entretanto, sabe-se que nas proteínas em geral, a perda da solubilidade é a consequência mais comum da desnaturação pelo calor. Ao lado deste efeito sobre a solubilidade das proteínas, ainda deve ser considerado o efeito desnaturante do sal sobre as enzimas tissulares, pois em concentrações compreendidas entre 8 a 10%, já é observada a desorganização estrutural das proteínas destes produtos, BERAQUET (1974) e BASTOS (1977).

O quarto fator que influi na velocidade de secagem é a área superficial, pois quanto maior for esta área maior será a velocidade de secagem. Se o peixe for aberto ao meio, a área superficial aumentará e a velocidade de secagem será maior, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982). Os mesmos autores esclarecem que se o primeiro período de secagem (fase de velocidade de constante), for muito curto ocorrerá um fenômeno chamado de "endurecimento". O tecido superficial seca rapidamente produzindo uma camada endurecida, impermeável à passagem da água, impedindo a migração desde o centro do peixe, havendo uma redução na velocidade de secagem e o centro do peixe pode tornar-se susceptível de deterioração, embora para todos os efeitos ele pareça bem seco.

Quando toda umidade superficial foi retirada, começa a segunda etapa da secagem, e esta depende da velocidade na qual a água pode ser "deslocada" para a superfície do peixe. Como a concentração de água diminui, o deslocamento para a superfície é menor e a secagem torna-se mais lenta, esta fase é chamada de período de velocidade reduzida, CLUCAS e

SUTCLIFFE (1982) e DEL VALLE e NICKERSON (1968). Neste período a taxa de velocidade de secagem depende da rapidez com que a umidade pode ser removida da superfície e da natureza do pescado. Em peixes mais espessos a água contida nas camadas intermediárias tem mais dificuldade para alcançar a superfície. Finalmente, a difusão da água de camadas interiores para a superfície é maior em temperaturas elevadas, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982).

2.4.1 - Método de Secagem

Para a secagem do peixe salgado podem ser usados métodos naturais e artificiais. Para o primeiro caso, a secagem é processada mediante a exposição do produto ao sol e ao vento, enquanto a secagem artificial é procedida em equipamentos secadores com controle das condições de trabalho BERAQUET (1974) e BASTOS (1977).

2.4.1.1 - Secagem Natural

A secagem ao ar livre requer uma atmosfera seca, luz solar e também brisa suave. O produto elaborado por este processo tem uma umidade média final da ordem de 50% que determina um tempo de conservação limitado, BERAQUET (1974) e BOTELHO e NORT (1974). Além desta desvantagem, este método ainda apresenta, segundo BASTOS (1977), os seguintes inconvenientes: Depende das condições climáticas, o que impossibilita uma previsão de produção. Os processos de oxidação ocorrem com maior intensidade, em virtude da exposição do produto ao ar, verificando-se ainda a ocorrência das reações de peroxidação catalisadas pela luz ultra-violeta. Em climas tropicais poderá haver uma dessecação drástica do produto.

Segundo CLUCAS e SUTCLIFFE (1981) para se obter a

melhor velocidade de secagem em condições naturais, muitos fatores devem ser considerados: O movimento do ar, ao nível da superfície é usualmente muito lento, elevando-se o peixe, cerca de um metro, o movimento do ar será maior. A secagem, realizada ao nível da superfície não permite a passagem do ar sobre o peixe, e, para facilitar a secagem tanto das camadas externas como das internas deve-se colocar o pescado sobre telas metálicas ou de nylon dotadas de suporte. Desta maneira o peixe fica menos sujeito à contaminação por poeira, insetos, animais, etc. As condições climáticas também devem ser consideradas, assim, áreas pantanosas com umidade relativa elevada deveriam ser evitadas, bem como locais próximos à florestas ou altos edifícios que reduziriam o movimento do ar ou formariam sombra sobre o peixe.

GAVA (1978) recomenda que a secagem natural seja realizada em regiões de clima seco, com boa irradiação solar, escassa precipitação pluviométrica, e, preferencialmente com boa ventilação na época em que a secagem é realizada.

2.4.1.2 - Secagem Artificial ou Desidratação

É a secagem pelo calor produzida artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controladas, GAVA (1978).

De acordo com BURGESS (1971) a desidratação do pescado foi iniciada em 1940, pelo uso de equipamentos com condições termodinâmicas controladas. Vários modelos de secadores foram experimentados, entre eles, os de camisa de vapor, de rolos e providos de ar quente.

Os produtos alimentícios podem ser secados indiretamente com vapor super-aquecido, sob vácuo, em gás inerte, pela aplicação direta do calor ou com o ar. Este último é o que apresenta maior importância prática devido sua abundância, conveniência e porque o seu controle no aquecimento do

alimento não apresenta maiores problemas. Não é necessário nenhum sistema de recuperação de umidade como nos outros gases.

O ar conduz calor ao alimento, provocando evaporação da água, sendo também o veículo no transporte do vapor úmido liberado do alimento. O volume de ar necessário para evaporar uma certa massa de água dependerá da temperatura. A velocidade do ar mais conveniente é variável conforme o tipo de desidratador, e pode variar de 90 a 300 m³/min. A velocidade de evaporação da água do alimento, além da velocidade do ar, depende da sua área superficial e porosidade numa razão diretamente proporcional.

Para permitir uma secagem independente das condições climáticas e para produzir um produto mais uniforme vários secadores mecânicos têm sido desenvolvidos. Entre estes pode ser citado o secador solar no qual a energia do sol é coletada e concentrada para produzir temperaturas elevadas e aumentar a velocidade de secagem. Muitos desenhos experimentais de secadores solares para peixe foram desenvolvidos mas não são muito utilizados comercialmente, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982).

De um modo geral, um secador consta de uma câmara de secagem provida de uma fonte de calor, ventiladores apropriados e instrumentos para o controle da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, os quais permitem selecionar as relações de desidratação mais favoráveis, independente das condições atmosféricas do meio, BASTOS (1977).

A secagem artificial reduz o conteúdo de água do produto até níveis desejados a sua conservação. De acordo com o teor de água os produtos salgados e secos classificam-se em dois tipos: Aqueles em que a desidratação alcança níveis impróprios para o crescimento microbiano, podendo ser conservados à temperatura ambiente; aqueles em que a perda de água não chega aos níveis finais, sendo apenas parcialmente desidratados, havendo neste caso necessidade de conservação à baixa temperaturas, para evitar a deterioração bacteriana.

Um produto efetivamente seco é aquele em que o conteúdo de umidade é inferior a 25%, enquanto nos parcialmente desidratados, a umidade poderá estar ao redor de 50%, sendo considerado ótimo aquele em que a umidade está na faixa de 35-40%.

Na desidratação é necessário conhecer a temperatura de secagem, umidade relativa e velocidade do ar dentro do secador. Para a umidade relativa são estabelecidos pela literatura, valores compreendidos entre 45-55%, enquanto para a velocidade do ar 1,0 a 3,0 m³/seg, ANÔNIMO (1975). Com relação à temperatura de secagem, dados experimentais evidenciaram que a mesma deverá se enquadrar na faixa de 30-40°C, podendo não ser a mesma para todas as espécies de peixes, BASTOS (1977). O tempo de secagem varia na dependência de alguns fatores como a umidade inicial do produto, tamanho e forma do peixe, teor de gordura, área de exposição ao ar por unidade de peso e espaçamento entre as amostras no secador, BERAQUET (1974).

A escolha entre a secagem natural e a desidratação vai depender de diversos fatores como, condições climáticas da região, natureza da matéria prima, exigências do mercado, custo de produção e custo de mão de obra. O ponto principal é o relacionado com as condições climáticas da região, caso sejam desfavoráveis, deve-se recorrer à desidratação ou pelo menos a uma forma mista. O custo de produção também desempenha um papel importante na escolha do sistema de secagem. A secagem natural, utilizando-se das condições do meio ambiente, é sempre realizada por um custo menor do que a artificial. As principais vantagens da secagem artificial residem na continuidade da produção e na padronização para obtenção de uma qualidade elevada e uniforme, GAVA (1978).

2.5 - Sal

O sal e suas características são de primordial impor

tância na produção de produtos salgados, BOTELHO e NORT (1974).

O sal puro comum é o cloreto de sódio (NaCl) mas quase todos os sais comerciais contêm níveis variáveis de impurezas dependendo da fonte e método de produção. O sal comercial pode ser classificado em três (3) grupos: a) Sal solar, preparado por evaporação da água do mar ou de lagos salgados pela ação do sol e do vento. Os maiores centros de produção localizam-se em países tropicais ou sub-tropicais. b) Sal evaporado de salmoura e c) Sal de rocha, que são depósitos naturais de sal sem nenhuma purificação.

A conveniência do uso do sal depende de vários fatores tais como: composição química, pureza microbiológica e propriedades físicas, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982) e BEATTY e FOUGÈRE (1957).

A composição química do sal comercial varia largamente. Um sal de excelente qualidade pode conter 99,9% de cloreto de sódio mas um sal de qualidade inferior pode conter apenas 80% de cloreto de sódio. As principais impurezas químicas dos sais comerciais são cloretos e sulfatos de cálcio e magnésio, sulfato e carbonato de sódio e traços de cobre e ferro, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982).

KAI (1979) cita que o sal deve conter até 0,5% de sulfato de cálcio e magnésio, pois estes provocam um branqueamento e uma maior rigidez no produto salgado. De acordo com o autor quantidades maiores podem provocar amargor no produto. Cloretos de cálcio e magnésio quando presentes em pequenas quantidades, diminuem a penetração do sal no interior do músculo, podendo também aumentar a velocidade de deterioração. O cloreto de magnésio é muito higroscópico e tende a absorver água, tornando mais difícil a secagem e estocagem do peixe, CLUCAS e SUTCLIFFE (1982).

O sal para uso na indústria animal, obtido de jazidas, fontes naturais ou da água do mar, deve apresentar um teor mínimo de 96,5% de cloreto de sódio, ausência de subs

tâncias orgânicas e minerais estranhas à composição normal; baixo teor de cloreto de magnésio e cloreto de cálcio. Este último provoca precipitações, formando sais de cálcio insolúveis na carne do pescado. As salmouras formadas devem ser claras e os sais insolúveis não devem ultrapassar a taxa de 0,3%, GRECCHI (1972). Um sal é considerado adequado para salga quando contém 97,5% de cloreto de sódio e as impurezas em cálcio e magnésio não ultrapassem ao valor de 0,6%, BASTOS (1977). O Instituto Nacional do Sal, considera um sal de boa qualidade aquele cujo teor de cloreto de sódio seja de 98%, porcentagem esta referente ao sal comercial já beneficiado. BOTELHO e NORT (1974), concluíram que o sal proveniente das salinas brasileiras tem um teor de cloreto de sódio da ordem de 96 a 99%, estando portanto, dentro dos padrões estabelecidos para a salga de peixe. BASTOS (1977) afirma que as impurezas devidas aos sais de cálcio e magnésio do sal produzido no Nordeste Brasileiro são da ordem de 0,43 e 0,05%, respectivamente.

As fontes mais importantes de produção salineira no Brasil estão situadas em Macau, Areia Branca e Mossoró no Rio Grande do Norte, KAI (1979). Segundo este autor uma das principais características do sal, do ponto de vista microbiológico é a presença de bactérias halófilas, que são capazes de sobreviver a altas concentrações de sal. Essas bactérias são contaminantes naturais do sal proveniente das salinas, enquanto o sal de mina não as contém.

LEITÃO (1979) divide os microrganismos halófilos nos seguintes grupos: microrganismos ligeiramente halófilos ("slight halophiles") que crescem otimamente em meios contendo 2-5% de sal. Este grupo é composto por bactérias originárias do ambiente marinho, principalmente dos generos *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter* e *Flavobacterium*. Alguns destes microrganismos exigem Mg^{++} e K^+ , além do $NaCl$, para seu crescimento. Este grupo de bactérias é geralmente inibido em concentrações salinas abaixo de 0,5% e acima de 5%. Microrganismos moderadamente halófilos ("moderate halophiles"), que crescem principalmente em meios contendo de 5

a 20% de sal. Neste grupo estão incluídas bactérias Gram (+) das famílias *Bacillaceae* e *Micrococcaceae*. Nesta última, algumas espécies como *M. halodenitrificans* e outros *Micrococcus* tem uma exigência específica ao NaCl, ao passo que em muitos *Bacillus* outros sais de Na^+ e K^+ podem substituir o NaCl. Microrganismos extremamente halófilos ("extreme halophiles") com crescimento em meios contendo 20 a 30% de sal. Neste grupo estão incluídos as bactérias do gênero *Halobacterium* e *Halococcus*, que requerem um mínimo de 15% de sal para o crescimento e são normalmente encontradas em ambientes aquáticos de elevada concentração salina. Uma característica importante nas bactérias desses gêneros é a produção de pigmentos carotenóides, responsáveis pela coloração rósea a vermelho das colônias.

O último grupo é o dos microrganismos halotolerantes, capazes de crescimento tendo em meios contendo concentrações maiores que 5% de NaCl, como naqueles isentos de sal. A maioria das bactérias neste grupo são espécies Gram (+) nas famílias *Micrococcaceae* e *Bacillaceae* ao lado de *Corinebactérias*, no entanto, algumas espécies Gram (-) podem também ocorrer. Neste grupo, alguns patógenos como *Cl. botulinum*, *Cl. perfringens* e principalmente *S. aureus*, podem desenvolver-se em alimentos contendo níveis acentuados de sal, LEITÃO (1979).

Um estudo efetuado em 95 amostras de sal obtidas nos estados de São Paulo e Goiás, revelou a presença de halófilos cromogênicos em 82 das amostras estudadas. Entretanto, nem todos estes germes são prejudiciais aos alimentos salgados, verificando-se entre eles a ocorrência de algumas espécies que contribuem para a maturação destes produtos, SCHNEIDER (1962).

Entre as espécies de interesse na indústria da salga, podem ser citadas algumas pertencentes aos gêneros *Halobacterium* e *Micrococcus*, BASTOS (1977).

BURGESS (1971) recomenda o uso de sal velho na salga de pescado, pois o sal estocado há muito tempo tende a

eliminar as bactérias halófilas.

O sal de origem marinha apresenta problemas microbiológicos em maior escala que o sal extraído de jazidas. Pesquisas revelaram que ambos os tipos de sais apresentam usualmente número reduzido de bactérias, entre 10^1 e $10^3/g$; no entanto, é frequente o sal de origem marinha evidenciar alta contaminação por halófilos podendo atingir até $10^6/g$. Por outro lado, o sal de jazidas apresenta uma microflora constituída principalmente de *Micrococcus*, ao lado de *Corynebacterium sp.* e *Bacillus sp.* Com base nestas considerações, é fundamental que o sal a ser utilizado na salga seja submetido a um controle microbiológico rigoroso. Nos casos das contagens bacterianas serem elevadas é recomendada a esterilização do sal em fornos rotatórios aquecendo o sal durante meia hora a $130-150^{\circ}C$, LEITÃO (1979). KAI (1979) sugere aquecer o sal a $110-120^{\circ}C$ e transferir para um recipiente capaz de manter o calor por 15 min. GRECCHI (1972) recomenda esterilizar o sal a $80^{\circ}C$ em corrente de ar ozonizado e manter duas horas exposto ao ar com ozônio para eliminar as bactérias halófilas. Outro método é manter o sal em autoclave durante 20 min a $110^{\circ}C$, em calor úmido. No caso de salmoura, aquece-se até atingir $180^{\circ}C$. Recomenda também a adição de solução aquosa a 2% de metabissulfito de sódio ao sal. Afirma ainda que ácido bórico a 0,2% inibe as bactérias halófilas. Os antibióticos, também podem ser usados. Clorotetraciclina na concentração de 7 a 25 ppm adicionada na salmoura prolonga a conservação do pescado. Aureomicina a 2-3 ppm tem dado bons resultados. Outros conservantes citados por GRECCHI (1972) são: ácido sórbico na concentração de 0,04 a 0,1%, benzoato de sódio, ácido bezóico a 0,25% e hexametileno-tetramina a 0,05%. VARGA et alii (1979) utilizaram ácido sórbico a 0,3%, tanto para inibir o crescimento de bactérias halófilas como de mofos e leveduras em peixe salgado e moído.

O melhor sal para a salga do peixe é aquele formado por um conjunto de cristais finos e grossos, isto é, cris

tais médios. O sal fino, formado por cristais pequenos, penetra, de início rapidamente no peixe, mas essa penetração rápida coagula as substâncias proteicas, dificultando a penetração uniforme do sal no interior do peixe. O sal grosso, formado por cristais, demasiadamente grandes, não provocará este fenômeno, porque sua penetração se fará de uma forma mais lenta, mas essa demora prejudicará o peixe, pela retenção da água, o que dará origem ao desenvolvimento de microrganismos, BOTELHO (1956) e BASTOS (1977).

2.6 - Alterações do Pescado Salgado e Seco

O processamento de peixe de água doce é similar aos aplicados para os de água salgada. Contudo, como os primeiros são usualmente capturados próximo ao local de processamento, os problemas de transporte e manuseio são menores. Entretanto, existe um maior potencial de contaminação por microrganismos de significado na saúde pública porque as águas onde são capturados são mais poluídas. No entanto, os perigos e alterações microbiológicas durante o processamento são os mesmos que para os peixes de água salgada, ICMSF (1980).

O pescado constitui-se um excelente substrato para o crescimento de microrganismos devido sua elevada atividade de água, pH neutro e grande quantidade de nutrientes solúveis em água, ICMSF (1980) e FRAZIER (1976). O desenvolvimento bacteriano é, sem dúvida, um dos principais fatores que levam à deterioração do pescado. Os microrganismos estão presentes inicialmente no trato intestinal, guelras e limo superficial do pescado, EIROA (1980) e LEITÃO (1977). Após sua captura, novas fontes de contaminação (gelo, manuseio, equipamentos) modificam ou aumentam a microflora. Após o "rigor mortis", ocorre intensa disseminação da microflora contaminante, pelos tecidos. A grande maioria desses microrganismos apresenta atividade proteolítica ou lipolítica, contribuindo, para a desintegração dos tecidos e para uma série

de transformações bioquímicas indesejáveis que levam à total decomposição do pescado. Por conseguinte, medidas devem ser adotadas, logo no início do processamento, visando inibir o desenvolvimento ou reduzir o grau de contaminação do produto, LEITÃO (1977). Embora não exista necessariamente uma correlação entre a microflora do peixe utilizado no processamento e aquela dos produtos fortemente salgados, é evidente que uma condição fundamental para a boa qualidade do produto final é a utilização de matéria prima satisfatória no aspecto microbiológico, LEITÃO (1979).

Do ponto de vista bacteriológico, a qualidade do pescado salgado e seco é afetada por diferentes formas de deterioração que se caracterizam por conferir ao produto, aspecto e odor desagradável. A mais importante destas formas é causada por bactérias halófilas que desenvolvem pigmento vermelho observado no pescado salgado, atuando ainda sobre as proteínas e produzindo odor desagradável. Estes microrganismos são provenientes do sal marinho, desenvolvendo-se em condições ótimas em elevadas concentrações de cloreto de sódio e em temperaturas compreendidas entre 15,6 e 81,0°C. Entre as espécies mais comuns podem citar-se as bactérias proteolíticas *Sarcina littoralis* e a *Halobacterium cutirubum*, BASTOS (1977).

Embora ênfase maior tenha sido dada às bactérias, muitas espécies de leveduras e principalmente de bolores são capazes de desenvolver-se em meios com baixa atividade de água (A_w) ou elevada concentração salina. O bolor *Sporendonema expizoun* é um dos principais responsáveis pela deterioração do peixe salgado. Além disso, muitas espécies nos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, além de xerófilas são também produtoras de micotoxinas, entre elas a aflatoxina, ochratoxina, patulina, esterigmatocistina, etc. LEITÃO (1979). O bolor *S. expizoun* é causador da deterioração denominada "dun", na qual a superfície do peixe salgado se torna recoberta de pequenos tufo ou pontos de coloração preta ou castanha, usualmente restritos à superfície do alimento sem causar danos

aos tecidos, BURGESS et alii (1971). O agente causador desta deterioração desenvolve-se num ponto ótimo com 10 a 15%, de sal, FAO (1953). A coloração marrom-alaranjada que se verifica nos peixes salgados é devida, entre outras causas, à presença de fungos. Estes microrganismos desenvolvem-se em meios contendo 5 a 15% de cloreto de sódio e valores de umidade relativa adequadas, BASTOS (1977). Muitos pescados salgados, particularmente quando se utiliza pouco sal em sua preparação e são expostos ao ar para serem secados, são atacados por outros mofos que são comuns a diversos tipos de alimentos. Entre eles se destacam: *Rhizopus nigricans*, mofo negro do pão, que ocasiona também a destruição de muitos alimentos; o *Aspergillus glaucus* um mofo verde; o *Botrytes grisea*, que produz uma coloração branca e por último os mofos *Thomnidium* que se caracterizam pela sua cor amarelo-alaranjado. A presença de mofo no pescado curado indica armazenamento defeituoso, FAO (1953).

O comportamento das bactérias patogênicas em relação ao sal também deve ser considerado. Estudos têm evidenciado que o *Cl. botulinum* é inibido em alimentos quando a concentração salina é de 10%, embora a produção de toxinas seja interrompida com 7% de NaCl. Não são muitos os dados disponíveis em relação ao *Cl. perfringens*, embora os existentes indiquem que esta bactéria é capaz de germinar e se desenvolver em meios contendo até 5% de NaCl, sendo inibida a 10%. *Salmonella sp.* parece não se desenvolver em salmouras a 8% sendo a taxa letal dependente da temperatura. Entre as bactérias patogênicas que evidenciam maior tolerância ao sal está o *S. aureus* capaz de resistir à concentrações de sal no meio de 15 até 20%. A produção de toxina por esta bactéria é inibida em valores acima de 10%. Outra bactéria patogênica que se caracteriza pelo halofilismo é o *Vibrio parahaemolyticus*. Embora não se desenvolva na ausência de NaCl, sua resistência não parece ser muito acentuada; assim, na metodologia para a sua caracterização, é observado seu crescimento até níveis máximos de 8%, não havendo qualquer desenvolvimento a 10% de NaCl. Esta bactéria só é importante

em pescado e produtos de origem marinha, LEITÃO (1979) e BEAUCHAT (1982).

Com base nestas informações, observa-se que a microflora deteriorante de alimentos salgados é relativamente restrita, reduzindo-se à medida que a concentração salina se eleva. No caso específico do pescado considera-se dois grupos: 1^o) Produtos ligeiramente salgados (1 a 10% de NaCl). Neste caso, a deterioração pode ocorrer devido a atividade de microrganismos halotolerantes ou ligeiramente halófilos, principalmente nos gêneros *Pseudomonas*, *Micrococcus* e mesmo *Acinetobacter-Moraxella*. Particularmente as bactérias do primeiro gênero apresentam atividades proteolíticas e lipolíticas, causando alterações na aparência do produto. Em relação as bactérias patogênicas, existe possibilidade de desenvolvimento de *S. aureus*, *Salmonella sp.*, *Cl. botulinum* e *Cl. perfringens*. 2^o) Produtos fortemente salgados (10 a 15% de sal nos tecidos). Nestes alimentos, a deterioração somente poderá ocorrer devido o desenvolvimento de microrganismos moderado ou extremamente halófilos, em particular as bactérias dos gêneros *Halobacterium*, *Halococcus* e alguns membros da família *Micrococcaceae*. Entre as patogênicas, a única que poderia eventualmente sobreviver seria o *S. aureus*. Além disso, alguns bolores, principalmente *Sporendonema expizoun*, poderiam causar problemas de deterioração. As bactérias halófilas são particularmente ativas na deterioração do pescado salgado. Inicialmente, em face da produção de pigmentos róseos ou vermelhos, a proliferação delas leva à formação de manchas, conhecidas vulgarmente como "vermelho" ao lado de aumento da viscosidade superficial, além disso, sendo proteolíticas causam alterações nos tecidos com formação de odores putrefativos muito pronunciados, levando à rejeição do produto, LEITÃO (1979).

Outro tipo de alteração a que está sujeito o pescado salgado seco é aquele causado por mudanças enzimáticas ou de fermentação. As enzimas são substâncias orgânicas que atuam como agentes de digestão alterando um alimento.

Acredita-se que as mudanças enzimáticas ocorrem no pescado fresco. Contudo, estudos realizados demonstraram que estas alterações ocorrem também no pescado armazenado. Foram observadas modificações enzimáticas no pescado congelado armazenado a -18°C e no pescado salgado e seco.

Este processo de alteração é detido pela dessecação. Entretanto, continua mais lentamente, se outras condições como o calor, são favoráveis. Foi comprovado que o pescado seco com bom sabor armazenado em recipientes metálicos hermeticamente fechados, mostrou mudanças tanto na sua cor como no sabor depois de vários meses estocados à temperatura ambiente.

O mais conveniente para reduzir a deterioração ocasionada pelas enzimas no pescado curado, é secá-lo até um ponto muito baixo de umidade, armazená-lo em lugar fresco e a temperatura uniforme, FAO (1953).

As principais causas físico-químicas que ocasionam deterioração no pescado salgado são: oxidação ou rancificação, ação da luz, mudanças de temperatura, umidade, etc. A oxidação é a transformação química mais importante dos pescados e produtos pesqueiros curados.

Esta alteração ocorre com maior rapidez e frequência nos peixes gordos ainda que também seja observada em espécies magras. Caracteriza-se por um fenômeno químico de decomposição das gorduras em contato com o ar. A salga não inativa as enzimas lipases, ao contrário as ativa. O teor muito alto em ácidos altamente insaturados dos lipídios de peixe é o responsável pela sua autooxidação. É um processo em cadeia catalizado por pró-oxidantes, LAZLO (1975).

A deterioração oxidativa pode ocorrer por ocasião do processamento ou durante a estocagem. Nos produtos salgados o sal atua como catalizador acelerando o processo de oxidação, verificando-se a formação de peróxidos, posteriormente aldeídos, cetonas e ácidos hidroxilados. A susceptibilidade à rancificação depende de vários fatores como o

teor de gordura, conteúdo de ácidos graxos polinsaturados, temperaturas de estocagem, disponibilidade de oxigênio, etc. O mais efetivo modo de evitar a deterioração oxidativas em peixes salgados é evitar o contato com o ar. O peixe seria mantido coberto com salmoura durante a salga e depois seria seco e acondicionado em sacos para evitar o contato com o ar, BASTOS (1977).

A oxidação ou rancificação se caracteriza por for mar nas partes gordurosas do pescado salgado-seco uma colo ração amarela e logo depois marrom-escuro. Estas colorações variam de acordo com as espécies e com o tempo que o pesca do tenha sido exposto ao ar. Estas mudanças de cor, são acom panhadas por alterações de odor e sabor típicos, que irritam as mucosas das vias respiratórias e digestivas do consumi dor.

Quando a oxidação se desenvolve, a ação penetrante do sal nos tecidos é retardada. Por isso deve evitar-se a salga de peixe gordo ao ar livre, FAO (1953).

O uso de antioxidantes como o hidroxibutiltolueno (BHT) e o hidroxibutilanisol (BHA), têm sido recomendados para prevenir a deterioração oxidativa durante a estocagem.

A luz não é um fator direto de decomposição muito im portante nem causa única de alteração, porém que se associa a outros fenômenos. Para evitar que o pescado seja danifica do pela ação da luz é recomendável manter o produto perma nentemente à sombra, principalmente em países tropicais.

A temperatura em que o pescado curado é armazenado, é um importante fator para todos os tipos de alteração até agora descritos. O desenvolvimento bacteriano, a contamina ção por mudanças enzimáticas ou por insetos, são facilmente afetados pelo calor e pelo frio. As alterações aumentam com a temperatura.

Existem também modificações devidas diretamente às mudanças bruscas de temperatura. Estas alterações se dividem em dois grupos: primeiro, as produzidas por temperaturas ex

cessivamente baixas; segundo, aquelas ocasionadas por temperaturas superiores a normal.

As temperaturas de congelação não danificam os produtos salgados-secos. Pelo contrário, os conservam por longos períodos de tempo.

Assim como o frio diminui toda atividade orgânica, as temperaturas elevadas a aumenta, intensificando a ação de insetos e enzimas que alteram o pescado. Como danificação direta, pode dizer-se que o calor excessivo ocasiona modificações no sabor e textura dos produtos independentemente da produzida por outras causas de decomposição. A oxidação dos pescados também é acelerada com o aumento da temperatura.

Foi determinado que a temperatura ótima para armazenar o bacalhau salgado e seco, quase completamente duro, é de $4,4^{\circ}\text{C}$ a $7,2^{\circ}\text{C}$.

Sabendo-se que na preparação do pescado salgado-seco a eliminação da água de composição é o requerimento principal para sua conservação, deve compreender-se que se esta desidratação não se efetua devidamente, a decomposição do produto é acelerada, FAO (1953).

As reações moleculares que provocam alterações relacionadas com a textura, não estão bem definidas. Considerando o aspecto que estas alterações podem conferir ao pescado salgado e seco recomenda-se especial atenção ao estado de frescor da matéria prima pois peixes de conservação inadequada, após a salga, dão como resultados produtos com textura e aparência desagradáveis, BASTOS (1977).

O peixe apresentando amolecimento após a salga e a secagem fornece um produto de superfície bastante irregular. Se o peixe não puder ser processado a bordo, o seu resfriamento com gelo parece ser a melhor solução, BERAQUET (1974).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Matéria Prima

A matéria prima utilizada neste trabalho foram exemplares da espécie *Sarotherodon niloticus* comumente conhecida por tilápia do Nilo.

As amostras foram adquiridas no açude Pereira de Miranda no município de Pentecoste (CE.), à 95 Km de Fortaleza, diretamente dos pescadores logo após o desembarque, acondicionadas em caixas de material isotérmico (isopor) contendo gelo e transportadas imediatamente para o laboratório de processamento de carnes da Universidade Federal do Ceará em Fortaleza.

Antes de iniciar-se o tratamento do peixe foram separadas amostras destinadas à análises químicas e microbiológicas da matéria prima, as quais foram mantidas sob refrigeração até o início das mesmas.

3.2 - Processamento

A Figura 1 mostra o fluxograma de processamento para obtenção do peixe salgado-seco.

O pescado foi pesado e a seguir aberto pela parte dorsal (corte espalmado), permanecendo intactas a cabeça, nadadeiras e escamas, removendo-se as vísceras e as guelras, segundo o procedimento usado pelos pescadores nos açudes.

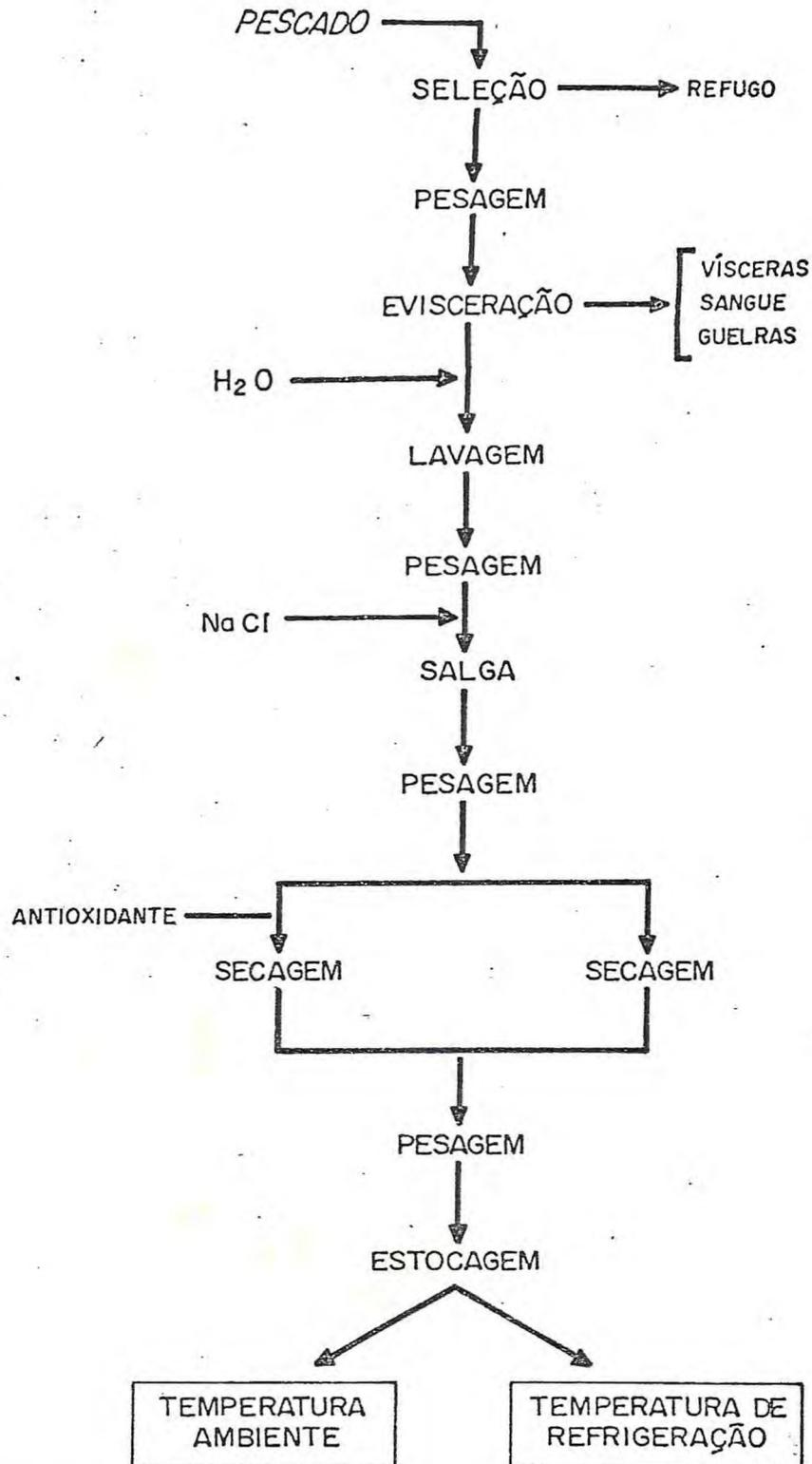


FIGURA 1 - Fluxograma do processamento para obtenção da tilápia salgada-seca.

Os peixes foram então lavados em água corrente, para remoção de restos de vísceras, sangue e membranas, e, em seguida, novamente pesados.

A salga foi então procedida na proporção de 18% de cloreto de sódio em relação ao peso da matéria prima de acordo com o descrito por FREITAS et alii (1981), tendo sido usado o sal comercial refinado Marlin, procedente do Rio Grande do Norte. Foi utilizado o sistema de salga mista (aquele em que a salmoura se forma com a própria água de constituição do pescado). Os peixes foram salgados, procurando-se distribuir o sal, uniformemente, por toda superfície interna, empilhados em caixas plásticas e comprimidos com pesos, para permitir que ficassem submersos na salmoura, acelerando o processo de penetração do sal nos tecidos e a saída da água no músculo. O período de salga foi de 24 horas à temperatura ambiente de acordo com o recomendado por FREITAS et alii (1981).

Decorrido este tempo, os peixes salgados foram divididos em dois lotes. Cada peixe de um desses lotes foi mergulhado durante trinta segundos em uma solução a 1% de antioxidante comercial BL-7P (Seiwo Bussanco, Ltd. Tóquio Japão).

Procedeu-se então a secagem, realizada diretamente ao sol sobre suportes de madeira dotados de telas de nylon de 4 cm de abertura, elevados cerca de 130 cm do solo. A temperatura durante a secagem variou de 28,5 a 28,7°C enquanto a variação da umidade relativa do ar foi de 72 a 79%. O pescado era recolhido nas horas mais quentes entre 11 horas e 14 horas e durante a noite. O tempo de exposição ao sol foi de 6 horas de acordo com FREITAS et alii (1981).

O produto salgado-seco foi então pesado e acondicionado em sacos plásticos e mantidos parte à temperatura ambiente (28°C) e parte à temperatura de refrigeração (geladeira, 0°C).

Para acompanhar a estabilidade do produto foram rea

Realizadas análises químicas e microbiológicas de 15 em 15 dias por um período de 60 dias.

3.3 - Análises Químicas

A composição percentual do pescado foi determinada através das seguintes análises:

3.3.1 - Umidade

Foram pesadas cerca de 2 g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada. Estas, foram levadas a estufa a 103°C onde o material foi dessecado até peso constante A.O.A.C. (1980).

3.3.2 - Proteína

Pesou-se cuidadosamente cerca de 1 g da amostra, transferindo-a para um balão de Kjeldahl de 500 ml. Juntou-se 0,5 g de sulfato de cobre, 10 g de sulfato de sódio e 20 ml de ácido sulfúrico concentrado. Após 3 horas de digestão transferiu-se o material digerido com o auxílio de 200 ml de água destilada para o frasco do aparelho de destilação de Kjeldahl e adicionou-se cerca de 2 g de zinco granulado e 100 ml de solução de hidróxido de sódio 40% até que a solução contida no balão, passou de azul claro para azul mais intenso e finalmente pardo, indicando que o meio estava alcalino. Destilou-se cerca de 2/3 do volume inicial, recebendo-se o destilado em 500 ml de ácido sulfúrico 0,1N contendo gotas de indicador vermelho de metila. Titulou-se o excesso de ácido sulfúrico 0,1N com solução de hidróxido de

-sódio 0,1N. A quantidade de proteína na amostra foi calculada através da seguintes fórmula:

$$\text{Porcentagem de proteína} = \frac{V \times 0,0014 \times 6,25 \times 100}{P}$$

onde:

V = diferença entre os mililitros de H_2SO_4 0,1N multiplicado pelo respectivo fator de solução e os mililitros de NaOH 0,1N gastos na titulação, multiplicado pelo fator da solução de NaOH 0,1N.

P = peso da amostra em gramas.

0,0014 = representa um fator de conversão de ml de NaOH 0,1N à g de nitrogênio, e, 6,25 é o fator de transformação de nitrogênio para proteína, A.O.A.C. (1980).

3.3.3 - Extrato Etéreo

Foram pesados cerca de 2 g do produto dessecado, transferidos quantitativamente para um cartucho de Soxhlet e cobriu-se a amostra com um pedaço de algodão. Procedeu-se a extração com hexana em aparelho de Soxhlet (cujo balão foi previamente tarado) durante 6 horas aproximadamente. Evaporou-se o solvente, e, o balão contendo o resíduo foi colocado em estufa regulada a 103°C , durante 1 hora. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. Pela diferença de peso, obteve-se a quantidade de substâncias lipídicas presentes na amostra, A.O.A.C. (1980).

3.3.4 - Cinzas

Pesou-se em cadinho de porcelana previamente tarado, cerca de 2 g da amostra dessecada. Carbonizou-se, em temperatura baixa (em torno de 200°C) e em seguida incinerou-se em mufla à temperatura de $500-550^{\circ}\text{C}$ por 12 horas. Deixou-se que a temperatura do forno baixasse até aproximadamente 80°C , quando então o cadinho contendo o material foi transferido para um dessecador, onde foi resfriado e finalmente pesado. A quantidade entre o peso líquido e o peso bruto do cadinho após a incineração dá a quantidade de cinza na amostra, A.O.A.C. (1980).

3.3.5 - Determinação de Elementos Metálicos (Ca, Mg e Cu) no Sal

Três gramas de cada amostra de sal a ser analisada foram dissolvidas em 100 ml de água destilada. Para a determinação do magnésio estas amostras foram diluídas inicialmente de 1:100 e a seguir de 1:10, 1:200 e 1:500. Para determinação de cálcio diluiu-se de 1:100. Foram preparadas soluções padrões de magnésio na faixa de 0,2 a 0,4 ppm e para o cálcio o padrão usado foi de 4 ppm. As soluções padrões de cálcio e de magnésio adicionou-se lantânio e cloreto de sódio para minimizar interferências químicas. A determinação de Ca, Mg e Cu foi feita num espectrofotômetro de absorção atômica, marca Perkin Elmer, modelo 400, MENDES-BEZERRA (1983).

3.3.6 - A rancidez oxidativa do peixe durante a estocagem foi avaliada pelo método do Ácido Tiobarbitúrico (TBA) descrito por TARLADGIS *et alii* (1960), modificado da seguinte maneira: Pesou-se 10 g da amostra devidamente homogeneizada e transferiu-se para um balão de fundo chato que continha 2,5 ml de HCl (1:2 v/v) adicionando-se 97,5 ml de água destilada. A suspensão foi destilada usando coluna Vigreux e condensador de Liebig. Os 50 ml de destilado inicial foram coletados em proveta graduada. Transferiu-se 5 ml deste des

tilado para tubos de ensaio e adicionou-se 5 ml do reagente TBA. O desenvolvimento da cor rosa característica do complexo TBA-malonaldeído foi desenvolvido pelo aquecimento em banho-maria durante 35 min. Logo após os tubos foram resfriados sob jato de água fria e a leitura de transmitância foi feita em Spectrofotometro B & L Spectronic 20, a 538 nm de comprimento de onda. Quando as leituras foram inferiores a 20% de transmitância fez-se uma diluição de 1 para 5 com água destilada e determinou-se nova transmitância.

O cálculo do N^o de TBA (mg de malonaldeído/kg da amostra) foi feito convertendo o valor de transmitância para absorvância e multiplicando pelo fator 7,8. No caso em que a diluição prévia foi usada, o fator foi 39, TARLADGIS et alii (1960).

As amostras foram destiladas em duplicatas e a absorvância lida em quadruplicatas.

3.3.7 - Determinação de Sal

Pesou-se 5 g da amostra em uma cápsula de porcelana previamente tarada. Carbonizou-se e a seguir incinerou-se em mufla a 350^oC. Esfriou-se. Foram adicionados 5 ml de HNO₃ (1 + 9) e 30 ml de água quente. Filtrou-se e lavou-se a cápsula e o filtro com 50 ml de água quente. O filtrado e as águas de lavagem foram recebidas em cápsula de porcelana. Neutralizou-se com carbonato de cálcio e adicionou-se mais 0,5 g do mesmo. Aqueceu-se em banho-maria até não haver mais despreendimento de dióxido de carbono. Esfriou-se e adicionou-se duas gotas de cromato de potássio 0,1N até o aparecimento de uma coloração avermelhada. Titulou-se com solução de nitrato de prata (AgNO₃) 0,1N até a cor do indicador (amarelo-canário) virar para vermelho tijolo, Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos (1976).

3.4 - Análises Microbiológicas

3.4.1 - Preparo da Amostra

Com o auxílio de espátulas foram pesados assepticamente 25 g da amostra. Adicionou-se 225 ml de água peptonada 0,1%. Homogeneizou-se em liquidificador e pipetou-se 1ml para um tubo contendo 9ml do mesmo diluente (diluição 10^{-2}). E assim foram preparadas diluições até 10^{-7} , ICMSF (1978).

3.4.2 - Contagem Total de Microrganismos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis

Pipetou-se assepticamente porções de 1 ml das diluições 10^{-1} a 10^{-7} transferindo-se para placas de Petri devidamente identificadas. Todas as placas foram semeadas em duplicatas. Adicionou-se a cada placa aproximadamente 15ml de Ágar Métodos Padrão e incubou-se as placas invertidas a 35°C por 48 horas. A seguir selecionou-se as placas e contou-se as colônias expressando-se o resultado em número de colônias por gramas da amostra, ICMSF (1978).

3.4.3 - Contagem de Microrganismos Halofílicos

Utilizando-se placas em duplicata pipetou-se 1 ml das diluições 10^{-1} a 10^{-5} e adicionou-se aproximadamente 15 ml de Ágar Métodos Padrão com cloreto de sódio em concentração de 20 e 25%. Incubou-se as placas invertidas a 30°C com controle de umidade para evitar a desidratação. Contou-se o número de colônias desenvolvidas após 1, 2, 3 e 4, semanas e expressou-se o resultado em número de colônias por gra

ma da amostra, LANARA (1981), LEITÃO (1979) e HORIE e HINAGO (1974).

3.4.4 - Contagem de Mofos e Leveduras

Pipetou-se de maneiras asséptica 1 ml de diluições 10^{-1} a 10^{-4} em placas de Petri, adicionando-se em seguida cerca de 15 ml do meio ágar batata glicose acidificado até pH 3,5 com ácido tartárico estéril a 10%. Incubou-se a 22°C por 3-5 dias e contou-se o número de colônias expressando-se o resultado em nº de col/g da amostra, ICMSF (1978).

3.4.5 - Contagem de Clostrídios Sulfito Redutores

A partir das diluições 10^{-1} a 10^{-3} semeou-se em duplicata, porções de 1 ml em placas de Petri. Adicionou-se aproximadamente 10 ml de ágar sulfito ferro polimixina. Homogeneizou-se e deixou-se solidificar em superfície plana. Adicionou-se uma segunda camada de ágar em volume suficiente para cobrir a primeira. Incubou-se em anaerobiose, a 35°C por 24 horas. Selecionou-se as placas que continham entre 30 e 300 colônias negras e expressou-se o resultado em número de colônias por grama da amostra, ICMSF (1978).

3.4.6 - Contagem de *Staphylococcus aureus*

Semeou-se sobre a superfície do ágar Baird - Parker, em duplicata, 0,1 ml das diluições 10^{-1} a 10^{-3} , com o auxílio de alça de Drigalsk. Espalhou-se o inóculo cuidadosamente por toda a superfície do meio até que o mesmo tivesse sido totalmente absorvido. Incubou-se as placas invertidas

a 35°C por 48 horas. Selecionou-se as placas que continham entre 30 e 300 colônias. Contou-se as colônias pretas brilhantes, com anel branco opaco, rodeado por um halo claro transparente destacando-se sobre a opacidade do meio, ICMSF (1978).

3.4.6.1 - Pesquisa da Presença de Coagulase

As colônias típicas do ágar Baird-Parker foram semeadas em caldo cérebro-coração (BHI) e incubado a 35°C por 24 horas. Semeou-se 0,3 ml do cultivo em BHI para tubos contendo 0,5 ml de plasma. Incubou-se por 4 horas e verificou-se a presença de coágulos (reação positiva). Quando a reação foi negativa, reincubou-se por 24 horas e novamente foi observada a presença de coágulos, ICMSF (1978).

3.4.6.2 - Prova da Catalase

Adicionou-se 0,5 ml de água oxigenada a 3% à 3 ml do caldo BHI. Considerou-se positiva a prova quando ocorreu formação de bolhas de gás, ICMSF (1978).

3.4.7 - Número mais Provável de Coliformes

Semeou-se 4 séries de 3 tubos utilizando 1 ml das diluições 10^{-1} a 10^{-4} em caldo lactosado contendo tubos de fermentação de Durham. Homogeneizou-se e incubou-se a 35°C por 48 horas. Anotou-se os tubos positivos em cada uma das quatro séries de 3 tubos (presença de gás nos tubos de Durham). A partir dos tubos positivos semeou-se com alça em tubos de caldo verde brilhante bile 2% lactose (BGBL) para

confirmação. Incubou-se a 35°C por 48 horas. Verificou-se a presença de gás nos tubos de BGBL e calculou-se o número mais provável (NMP) de coliformes através do número de tubos positivos confirmados, verificando a Tabela de NMP, ICMSF (1978).

3.4.8 - Número mais Provável de Coliformes Fecais

A partir de cada um dos tubos positivos do teste de BGBL semeou-se um tubo de caldo E. coli (EC). Incubou-se a 44,5°C por 24 horas em banho-maria com agitação. A seguir verificou-se no tubo de EC a presença de gás no tubinho de Durham. Calculou-se o NMP de coliformes fecais através do número de tubos positivos confirmados, verificando a Tabela do NMP, American Public Health Association (1976).

3.4.9 - Pesquisa de *Salmonella sp.*

3.4.9.1 - Pré-Enriquecimento

Pesou-se 25 g da amostra, em erlenmeyer boca larga de 500 ml. Adicionou-se 225 ml de caldo lactosado. Homogeneizou-se a amostra e incubou-se a 35°C por 24 horas.

3.4.9.2 - Enriquecimento Seletivo

Pipetou-se duas porções de 10 ml do caldo lactosado e transferiu-se uma para frasco contendo 90 ml de caldo tetracionato, outra para frasco contendo 90 ml de caldo selenito-cistina. Incubou-se a 35°C por 24 horas.

3.4.9.3 - Seleção e Isolamento em Ágar

A partir dos caldos de enriquecimento, semeou-se com alça em placas com ágar-verde-brilhante e ágar-*Salmonella-Shiguel*la. Incubou-se a 35°C por 24 horas. Tomou-se de cada placa 3-5 colônias típicas, semeou-se em tubos de ágar-tríplice-açúcar-ferro (TSI) e ágar-ferro-lisina (LIA). Incubou-se a 35°C por 24 horas, ICMSF (1978). A leitura e interpretação dos resultados foi feita de acordo com LANARA (1980).

3.5 - Análise Estatística dos Resultados

Os resultados das análises químicas e microbiológicas foram analisados estatisticamente pelo Departamento de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará através da análise de variância. As diferenças devidas aos tratamentos foram analisados posteriormente pelo teste de Tukey e Duncan, STELL e TORRIE (1960).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Rendimento

O aproveitamento do peixe salgado-seco em relação ao íntegro foi de 54% (TABELA 1), que segundo FREITAS et alii (1981) pode ser considerado ótimo.

Em experimentos para a melhoria da salga de algumas espécies dos açudes nordestinos FREITAS e GURGEL (1971a), utilizando o mesmo tratamento obtiveram uma média de aproveitamento de 42% entre a matéria prima e o produto final salgado-seco.

4.2 - Características Químicas do Sal

As características químicas do sal são de grande importância na produção de produtos salgados.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de cloreto de sódio, e os níveis de cálcio, magnésio e cobre, presentes no sal utilizado neste trabalho.

De acordo com GRECCHI (1972), BASTOS (1977) e BOTELHO e NORT (1974) o conteúdo de NaCl, bem como as quantidades de CaSO_4 e MgSO_4 do sal empregado no presente trabalho estão dentro de limites considerados satisfatórios.

O baixo teor de cobre encontrado, também está coerente, já que segundo BEATTY e FOUÈRE (1957), a maior parte dos sais contém quantidades insignificantes de cobre ou compostos destes.

TABELA 1 - Rendimento do processo de tilápia do Nilo na forma de peixe salgado-seco.

| Aproveitamento (em relação ao peso do peso inteiro) | | |
|---|-----------------|----------------------|
| % peixe eviscerado | % peixe salgado | % peixe salgado-seco |
| 85,3 | 68,0 | 54,0 |

TABELA 2 - Teor de Ca, Mg, Cu no sal Marlin (%).

| NaCl | Mg (MgSO ₄) | Ca (CaSO ₄) | Cu |
|------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 93,0 | 0,026 | 0,030 | 0,00001 |

A Tabela 3 mostra as características químicas de amostras de sal utilizadas pelos pescadores artesanais em diferentes açudes públicos do estado do Ceará. Este sal é extraído das salinas de areia Branca e de Mossoró (RN), sendo este último mais utilizado na salga. É um sal grosso, não tratado e por isso bastante escuro.

TABELA 3 - Conteúdo de NaCl, Ca e Mg em amostras de sal grosso utilizado pelos pescadores no estado do Ceará (%).

| Procedência das amostras | NaCl | Mg (MgSO ₄) | Ca (CaSO ₄) |
|--------------------------|------|-------------------------|-------------------------|
| Açude de Orós | 79,8 | 0,84 | 0,70 |
| Açude de Pentecoste | 88,0 | 1,39 | 0,57 |
| Açude de Pedra Branca | 96,7 | 1,18 | 0,43 |
| Açude de Araras | 88,4 | 1,79 | 0,60 |

A maior parte dessas amostras apresenta um teor de cloreto de sódio inferior ao recomendado para uma boa salga, enquanto as porcentagens de sais de cálcio e magnésio estão muito acima do limite permitido por GRECCHI (1972), BASTOS (1977) e BOTELHO e NORT (1974).

4.3 - Composição Química

A composição química das tilápias utilizadas no presente trabalho (TABELA 4), foi mais ou menos semelhante a relatada por FREITAS et alii (1981) para estas espécies de peixe procedentes do Nordeste Brasileiro.

Observa-se que pelo seu teor de gordura é um peixe adequado para o processo de salga, sendo classificado segundo BERTULLO (1975) como semi-magro (3-5% de gordura).

TABELA 4 - Composição química da tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*)*.

| Umidade % | Gordura % | Proteína % | Cinza % |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| 75.70 [±] 3.21 | 3.68 [±] 2.69 | 16.00 [±] 1.26 | 4.12 [±] 1.25 |

* Os valores correspondem as médias e desvios padrões de seis observações (n = 6).

No que se refere aos produtos salgados-secos, a variação da porcentagem de umidade, cloreto de sódio e proteína durante a estocagem, para os quatro tipos de tratamentos empregados, pode ser observada nas Figuras 2, 3, 4, 5 (APÊNDICE "B").

De acordo com o estudo estatístico (APÊNDICE "A" - TABELA 9) a umidade não apresentou variações significativas durante a estocagem, sendo que os valores encontrados situam-se dentro dos limites considerados satisfatórios por FREITAS e GURGEL (1971b), FUJIMURA et alii (1982), BERAQUET (1974) e BOTELHO e NORT (1974).

Os valores de proteína mostraram que a um nível de 5% de significância não houve interação entre o tempo de estocagem e o tratamento. Também não observou-se diferença significativa entre as medidas de proteína para os diversos tratamentos empregados. No entanto, o nível protéico no produto aumentou significativamente durante os primeiros 15 dias de estocagem em decorrência da redução no teor de umidade (APÊNDICE "A" - TABELA 10).

O conteúdo de proteína determinado no produto final, para os quatro tratamentos, foi em torno de 36,8% valor este superior ao encontrado por FREITAS et alii (1981), trabalhando com a mesma espécie de peixe salgado-seco e por FREITAS e GURGEL (1971b) e BOTELHO e NORT (1974), para diferentes espécies também submetidas ao mesmo processo.

O teor de sal no produto, ao final dos 60 dias de estocagem foi similar a aquele no início da estocagem, embora tenha ocorrido um aumento significativo deste valor nos primeiros 30 dias, (APÊNDICE "A" - TABELA 11).

O conteúdo de NaCl, para o peixe salgado-seco, obtido através dos 4 tratamentos, ficou em torno de 13%.

Embora segundo FREITAS e GURGEL (1971a), não exista referência na legislação brasileira, com respeito ao teor de sal permitido para peixes salgados-secos, estes mesmos autores encontraram valores entre 13,0 e 20,9% para várias amostras procedentes de açudes e litoral nordestino. BOTELHO e NORT (1974) em trabalho da FAO para o governo brasileiro fixaram índices de cloreto de sódio entre os limites de 14 e 18% para produtos salgados-secos.

Para se verificar o estado de conservação dos produtos preservados, é de grande importância a relação sal/umidade (S/U), tendo em vista a distribuição uniforme do sal no pescado salgado-seco. Esta relação é indicativa do nível de saturação da água dentro dos músculos do pescado. Segundo FREITAS e GURGEL (1971b) o valor limite mínimo (S/U) recomendado para uma boa conservação é 0,30.

Neste estudo os valores da relação S/U encontrados foram de 0,28; 0,35; 0,32 e 0,27 para os peixes tratados com antioxidante estocados à temperatura ambiente, sem antioxidante estocados à temperatura ambiente, com antioxidante estocados à temperatura de refrigeração e sem antioxidante estocados à temperatura de refrigeração, respectivamente.

Como se observa, para todos os tratamentos a relação S/U do produto final ficou em torno de 0,30.

Observações efetuadas no interior do estado do Ceará junto aos pescadores artesanais indicaram que a proporção de sal usada é excessivamente elevada fazendo com que a relação S/U seja normalmente superior a 0,30.

Finalmente, pela análise estatística dos resultados obtidos para as medidas de umidade, proteína e cloreto de sódio podemos concluir que o peixe salgado-seco apresentou um comportamento estável durante o período de estocagem, enquanto que os quatro tratamentos empregados foram equivalentes.

4.4 - Rancidez Oxidativa

A rancidez oxidativa, que consiste na autooxidação de ácidos graxos insaturados por meio de oxigênio atmosférico, é o mais importante tipo de deterioração dos lipídios do pescado, causando alterações apreciáveis no sabor e odor do produto. Os resultados das análises estatísticas obtidos para as medidas de TBA estão na TABELA 12 do APÊNDICE "A".

Destes resultados concluiu-se que a um nível de 5% de significância não existiu diferença significativa entre as médias da variável tempo nem da variável tratamento com relação as medidas de TBA.

Observando-se a variação do número de TBA durante o período de estocagem, através das Figuras 6, 7, 8 e 9 (APÊNDICE "A").

DICE "B"), nota-se um comportamento totalmente incoerente a partir do 15^o dia de estocagem. Isto pode estar relacionado com a variação individual no teor de gordura do pescado, pois segundo BURGESS (1971) este varia de peixe para peixe, dentro de uma mesma espécie, o que pode ser comprovado através da Tabela 4, onde a porcentagem de gordura em seis amostras de tilápia fresca variou de 0,99 a 6,37.

Verificou-se em trabalhos posteriores, que quando todas as amostras são previamente moídas e salgadas formando uma massa homogênea, o nº de TBA varia, aumentando gradativamente no início para depois decrescer durante a estocagem, ZAPATA *et alii* (1983).

ROA e ROSSI (1980) em experimento realizado com filés de corvina salgado e secos tratados com o antioxidante BHT (butilado de hidroxitolueno) e armazenado à temperatura ambiente, observaram valores crescentes de TBA até o 24^o dia de estocagem, quando então passaram a obter valores cada vez menores na estocagem até 100 dias.

Também, podemos observar que o antioxidante BL-7P, não foi eficiente para a secagem e armazenamento do pescado salgado. Esta ineficiência pode ter sido devida ao fato do BL-7P ter como um de seus componentes o triptofano que, segundo BERTULLO (1975), apesar de retardar a rancidez induzida pela homoglobina parece não ter efeito semelhante sobre o cloreto de sódio. Devemos considerar ainda que referido antioxidante foi aplicado após a salga quando o processo oxidativo provavelmente já se encontrava num estágio avançado, devido a ação tanto do oxigênio atmosférico como do próprio NaCl durante o período de cura.

Apesar da literatura não citar valores máximos de TBA permitidos para peixes salgados-secos, o produto obtido através dos quatro tratamentos, apresentou elevado nível de rancificação logo após a secagem, provavelmente pelo fato dos músculos de peixe terem permanecido parcialmente expostos ao oxigênio do ar durante a salga por um período prolongado de tempo (24 horas). Esta observação nos leva a crer

que possivelmente o método de salga úmida descrito por CLUCAS & SUTCLIFFE (1981) para países tropicais da África seria mais recomendado para evitar este tipo de problema.

Nossos resultados diferem daqueles obtidos por FREITAS et alii (1981) que não verificaram este tipo de deterioração durante a estocagem da tilápia do Nilo salgada-seca. No entanto, ROA e ROSSI (1980), na salga e secagem da corvina, que contém apenas 0,6% de gordura, obtiveram valores de índice de peróxido crescentes durante a estocagem, indicativos de um avançado estado de rancidez oxidativa.

É ainda importante destacar o fato que o produto estocado sob refrigeração apresentou características organolépticas aparentemente aceitáveis para consumo até os 60 dias de estocagem, embora os valores de TBA indicassem um produto rancificado. No entanto, as amostras armazenadas à temperatura ambiente, já apresentavam uma cor amarela característica de peixe rancificado nos primeiros dias de estocagem.

As observações obtidas no presente trabalho vêm a confirmar que realmente a rancidez oxidativa parece ser o problema mais sério na salga e secagem de peixe.

4.5 - Análises Microbiológicas

4.5.1 - Matéria Prima

Os resultados das análises microbiológicas de amostras de tilápia fresca coletadas para este estudo nos açudes públicos do estado do Ceará estão na Tabela 5.

Estas amostras apresentaram um número elevado de bactérias mesófilas, provavelmente devido ao contato com a contaminação terrestre levada pelo próprio pescador, através do uso de recipientes sujos, manipulação inadequada durante

TABELA 5 - Índice de contaminação microbiológica do peixe fresco comercializado em dois açudes do estado do Ceará.

| Procedência | Mesófilas (nº/g) | <i>S. aureus</i> (nº/g) | Coliformes totais (nº/g) | Coliformes fecais (nº/g) | <i>Salmonella</i> sp. (25g) |
|---------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Açude de Araras | $1,9 \times 10^7$ | $2,8 \times 10^3$ | 53 | zero | ausência |
| Açude de Araras | 10^5 | $5,3 \times 10^2$ | 11.000 | zero | ausência |
| Açude de Pentecoste | 10^7 | $5,0 \times 10$ | 930 | zero | ausência |
| Açude de Pentecoste | $7,0 \times 10^5$ | $6,0 \times 10^3$ | 20 | zero | ausência |
| Açude de Pentecoste | $5,7 \times 10^5$ | $1,5 \times 10^3$ | 43 | 3,6 | ausência |
| Açude de Pentecoste | $1,9 \times 10^6$ | $1,8 \times 10^3$ | 750 | 75 | ausência |
| Açude de Pentecoste | 10^5 | $3,5 \times 10^3$ | 1.500 | 210 | ausência |
| Açude de Pentecoste | $9,2 \times 10^5$ | $2,5 \times 10^2$ | 460 | 150 | ausência |
| Açude de Pentecoste | $1,0 \times 10^6$ | $4,0 \times 10^2$ | 460 | 150 | ausência |

e após o desembarque, exposição demorada aos raios solares, etc.

Comparando-se os dados da Tabela 5 com os padrões microbiológicos da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos - CNNPA (1978), observa-se que a contagem total de bactérias mesófilas encontra-se para a maioria das amostras, no limite máximo permitido, estando algumas até acima deste valor. O mesmo observou-se com a contagem de *S. aureus*, coliformes totais e fecais, o que confirma o manuseio inadequado do peixe fresco pelos pescadores.

A análise bacteriológica da água do açude foi realizada, sendo a coleta executada em 3 pontos diferentes: na margem, distante da margem e no meio do açude. Os resultados estão expressos na Tabela 6, e mostram que o peixe quando capturado, realmente não contém coliformes totais e fecais. A contaminação, portanto deve ocorrer posteriormente, até mesmo durante a lavagem realizada à beira do açude.

TABELA 6 - Bacteriologia da água do açude Pereira de Miranda localizado no município de Pentecoste-Ce.

| Local da coleta de águas | Coliformes totais nº/100 ml | Coliformes fecais nº/100 ml |
|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Beira do açude | 43 | 23 |
| Região intermediária | 3,6 | zero |
| Região interior | zero | zero |

Quanto à presença de *Staphylococcus aureus*, sabe-se que essa bactéria tem no homem seu principal habitat, estando localizada na pele, mucosas nasais e trato respiratório, também está associada a processos infecciosos na pele. O pes

·cado recém-capturado está usualmente isento dela; no entanto, através do manuseio em condições deficientes, uma contaminação em intensidade variável pode ocorrer.

Não foi detectada a presença de *Salmonella sp.* em nenhuma das amostras examinadas. Peixes capturados em águas límpidas estão isentos dela, sendo sua ocorrência atribuída usualmente ao manuseio por indivíduos infectados, LEITÃO (1977).

Resumindo, a matéria prima empregada para o processamento, apesar de adquirida junto aos pescadores, já encontrava-se na sua maior parte, nos limites máximos permitidos pelo CNNPA para contagem total de bactérias mesófilas e *Staphylococcus aureus*.

4.5.2 - Sal

Na contagem de bactérias halófilas do sal de mesa refinado Marlin usado neste trabalho, encontrou-se $1,8 \times 10$ bactérias por grama. Este resultado foi inferior aos obtidos por HORIE e HINAGO (1974) e LEITÃO (1979), sendo segundo BURGESS et alii (1971) adequado para uso no processo de cura do pescado, pois conforme o mesmo autor somente contagens superiores a $10^3/g$, indicam um sal inadequado.

Na Tabela 7 estão expressos os resultados das contagens de bactérias halófilas em amostras de sal empregadas pelos pescadores e coletadas em alguns açudes públicos do estado do Ceará.

Como se observa estas amostras encontram-se contaminadas embora este índice também esteja dentro de valores esperados, LEITÃO (1979).

4.5.3 - Peixe Salgado Seco

TABELA 7 - Conteúdo de bactérias halófilas no sal usado pelos pescadores em açudes nordestinos.

| Procedência das amostras | Bactérias halófilas (nº/g) |
|--------------------------|----------------------------|
| Açude de Orós | $2,2 \times 10^2$ |
| Açude de Orós | $3,2 \times 10^2$ |
| Açude de Araras | $5,5 \times 10^2$ |
| Açude de Pentecoste | $1,9 \times 10^2$ |

Nas Tabelas 13 e 14 do APÊNDICE "A", estão os resultados das análises estatísticas para a contagem de bactérias mesófilas e halófilas, respectivamente.

Com relação a variável tempo de estocagem, observou-se diferença entre os números de bactérias mesófilas, sendo que a contagem inicial foi significativamente maior do que as demais.

Com relação a variável tratamento houve diferença somente entre os tratamentos com antioxidante estocado à temperatura ambiente e o sem antioxidante estocado à temperatura de refrigeração. Tendo em vista que, as amostras estocadas à mesma temperatura, com e sem antioxidante foram estatisticamente iguais, a diferença acima poderia ser atribuída a temperatura de estocagem.

As Figuras 10, 11, 12 e 13 (APÊNDICE "B") mostram a variação no nível de bactérias mesófilas e halófilas durante a estocagem para os quatro tratamentos empregados. Observou-se uma redução significativa no número de mesófilas após 15 dias de estocagem e a partir de então este número permaneceu praticamente constante. Podemos admitir que este decréscimo foi devido a ação do sal. As bactérias que resistiram se

riam possivelmente classificadas como halotolerantes, já que o meio utilizado para contagem de mesófilas (ágar padrão) não contém NaCl na sua composição.

LEITÃO (1983), relaciona a concentração salina na fase aquosa com o conteúdo de sal do alimento mediante uma fórmula matemática. Para o nosso produto final o teor de sal na fase aquosa, calculado por este procedimento foi em torno de 23%. Segundo o mesmo autor estas bactérias seriam então classificadas como extremamente halófilas ou como halotolerantes, LEITÃO (1979).

Como seria de se esperar, os tratamentos mais eficazes, em termos de inibição bacteriana, foram aqueles em que se usou baixas temperaturas de estocagem.

As mesmas Figuras do APÊNDICE "B" mostram o comportamento do logaritmo do número de bactérias halófilas durante a estocagem, como se observa este número permaneceu praticamente constante. Quanto a eficiência dos tratamentos verificou-se que as amostras tratadas com antioxidante e estocadas à temperatura de refrigeração, apresentaram um conteúdo significativamente menor que aquelas estocadas à temperatura ambiente, com e sem antioxidante. Estes tratamentos foram os que registraram maiores contagens bacterianas. Este efeito poderia dever-se à temperatura mais fria de estocagem empregada para o primeiro tratamento.

Através das Figuras 14, 15, 16 e 17 (APÊNDICE "B") podemos observar a variação do número de *Staphylococcus aureus* no período de estocagem. O efeito do sal aliado à baixa temperatura eliminou completamente estes microrganismos. Os poucos sobreviventes encontrados nas amostras estocadas à temperatura ambiente, pode ser justificada pelo fato de que esta bactéria é entre as patogênicas a que apresenta maior tolerância ao sal. BERTULLO (1975) classifica o *S. aureus* como halotolerante tendo capacidade de sobreviver até concentrações salinas de 30%.

Para as amostras com e sem antioxidante armazenadas

ã temperatura ambiente foi crescente a contagem de mofos e leveduras durante o tempo de estocagem (FIGURAS 14 e 15, APÊNDICE "B"). No entanto, para as amostras submetidas ao tratamento com antioxidante, a contagem inicial já foi bem elevada, possivelmente devido a retirada do sal da superfície do peixe no momento em que o mesmo foi mergulhado na solução de BL-7P. BEATTY & FOUGÈRE (1957) afirmam que, é exatamente na superfície do pescado salgado seco que estes microrganismos se desenvolvem, sendo maior este crescimento nos peixes estocados durante os meses de verão.

DELAZARI (1979) afirma que estes microrganismos junto com as bactérias halófilas são os únicos capazes de se desenvolverem em produtos salgados-secos, o que foi comprovado no presente trabalho.

Nos tratamentos em que foram empregadas baixas temperaturas de estocagem constatou-se ausência destes microrganismos, (FIGURAS 16 e 17, APÊNDICE "B") o que seria de se esperar já que a maioria dos mofos são considerados mesófilos.

Em nenhuma das amostras, durante todas as análises quinzenais realizadas no período de estocagem, foi constatada a presença de coliformes fecais, clostrídios sulfito redutores e *Salmonella sp.* Estas bactérias não apresentam características halofílicas, sendo que as duas últimas não se desenvolvem em meios contendo 6 e 9% de NaCl, respectivamente. A *Escherichia coli* é essencialmente não halófila não resistindo a concentrações acima de 1% a 3% de NaCl, LEITÃO (1979)

Finalmente, foi constatado que o produto final, obtido através dos quatro tipos de tratamentos, apresentou-se ao final de 60 dias de estocagem, dentro dos padrões microbiológicos exigidos pelo CNNPA (1978), embora as amostras estocadas à temperatura ambiente já apresentassem um aspecto desagradável, principalmente devido a contaminação superficial por mofos.

Os resultados obtidos por FREITAS et alii (1981) estudando a estabilidade da tilápia do Nilo sob condições semelhantes diferem completamente dos nossos, já que o produto estudado por estes autores não apresentou problemas bacteriológicos durante a estocagem.

Apesar do CNNPA não exigir a contagem de mofos e leveduras para peixes salgados-secos, observou-se que estes microrganismos encontraram condições de crescimento extremamente favoráveis neste tipo de produto, principalmente nas nossas condições climáticas, o que nos leva a acreditar, que a aplicação de um fungistático durante o processamento talvez reduzisse esta contaminação. ZAPATA et alii (1983), constataram a eliminação superficial destes microrganismos em blocos de peixe salgado-seco, mediante a aplicação de sorbato de potássio.

A pequena redução no número de bactérias mesófilas, principalmente nas amostras estocadas à temperatura ambiente, pode ter sido devido ao fato de termos partido de uma matéria prima com um elevado índice de contaminação, e como se sabe, a boa qualidade microbiológica da matéria prima é condição fundamental na obtenção de um produto final dentro de padrões satisfatórios.

A Tabela 8 apresenta valores relativos à contaminação de peixes salgados-secos por pescadores em açudes públicos do estado do Ceará.

Os resultados desta Tabela mostram um produto com elevada carga bacteriana sendo considerado impróprio para o consumo humano, CNNPA (1978). Ressalte-se ainda o número elevado de mofos e leveduras, presentes nestas amostras, que tanto reduzem a "vida de prateleira" como conferem as mesmas aparência extremamente desagradável.

Estes fatos reduzem consideravelmente a viabilidade econômica do pescado salgado-seco, fazendo com que somente as camadas mais carentes da população nordestina adquiram referido produto.

TABELA 8 - Índices de contaminação microbiológica para o pescado processado por pescadores em açudes públicos do estado do Ceará.

| Procedência das amostras | Mesófilas (nº/g) | Halófilas (nº/g) | Mofos e leved. (nº/g) | <i>S. aureus</i> (nº/g) | Colif. totais (nº/g) | Colif. fecais (nº/g) | <i>Salmonella sp.</i> (25g) |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Açude de Araras | $5,5 \times 10^7$ | $1,9 \times 10^5$ | $8,5 \times 10^3$ | $3,3 \times 10^2$ | 1.100 | zero | ausência |
| Açude de Araras | $1,3 \times 10^6$ | $2,4 \times 10^4$ | $9,5 \times 10^4$ | $1,5 \times 10^4$ | 1.100 | zero | ausência |
| Açude de Araras | 10^6 | 10^6 | $1,7 \times 10^4$ | $1,0 \times 10^4$ | 53 | zero | ausência |
| Açude de Pentecoste | $6,5 \times 10^9$ | $1,5 \times 10^4$ | $7,1 \times 10^3$ | $1,0 \times 10^3$ | 4.300 | zero | ausência |
| Açude de Pentecoste | $2,8 \times 10^8$ | $1,3 \times 10^5$ | $2,3 \times 10^4$ | $3,3 \times 10^5$ | 9.300 | zero | ausência |
| Açude de Orós | $2,8 \times 10^6$ | $1,1 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^3$ | - | 150 | zero | ausência |
| Açude de Orós | $4,4 \times 10^6$ | $3,0 \times 10^5$ | $1,2 \times 10^3$ | - | 93 | zero | ausência |

5 - CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos podemos concluir:

- O principal problema organoléptico encontrado para a conservação da tilápia do Nilo, pelo processo de salga e secagem foi a rancidez oxidativa. Talvez o uso de um antioxidante aplicado juntamente com o sal reduzisse este problema.

- A qualidade química e microbiológica do sal usado neste estudo sugere que, quando aplicado ao nível de 18% do peso do peixe, o produto final mantém características aceitáveis para o consumo por períodos de até 60 dias. Os resultados das análises químicas e microbiológicas do sal empregado pelos pescadores, indicam que o mesmo pode apresentar uma fonte importante de contaminação microbiológica.

- A matéria prima coletada nos açudes, apresentou uma carga bacteriana muito elevada provavelmente resultante da manipulação inadequada pelos pescadores. Produtos mais estáveis poderiam ser obtidos se cuidados especiais fossem tomados com o peixe recém-capturado.

- A evisceração completa acompanhada de uma eficiente lavagem são condições fundamentais para a obtenção de um produto de melhor qualidade.

- O crescimento de mofos foi crescente para as amostras estocadas à temperatura ambiente. Possivelmente, a aplicação de um fungistático durante o processamento poderia reduzir o número destes microrganismos.

- A estocagem sob refrigeração mostrou-se mais eficiente. No entanto, acreditamos que se o processo de salga e secagem for aplicado corretamente e considerados as su gestões anteriores, será possível a obtenção de um produto estável e em boas condições de consumo mesmo à temperatura ambiente.

- Através de uma metodologia simples e de baixo custo é possível obter-se peixe de água doce salgado-seco, es tável, de aspecto organoléptico satisfatório e elevado va lor nutritivo. O processo pode ser usado tanto por pesca dos artesanais como por pequenas indústrias que se interessam no melhoramento de um produto de consumo tradicional no interior do estado do Ceará.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANÔNIMO. Salado y secado artificial de la Merluza peruana. Indústria Conservera, 432 (6): 175-176, 1975.
- A.O.A.C. - Association of Official Analytical Chemists. "Official methods of analysis". 13th ed. Washington, 1980.
- APHA - American Public Health Association. Compendium of recommended methods for the microbial examination of seawater and shellfish. Washington, D.C., 1976.
- BASTOS, J. R. Influência da secagem sobre algumas propriedades físico-químicas do músculo do cação-branco, Carcharhynus porosus. Ranzani. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade de Campinas, 1977. 54 p.
- BEATTY, S. A. & FOUGÈRE, H. The processing of dried salted fish. Fish. Res. Bd. Canadá, Ottawa, nº 112, 1957.
- BERTULLO, V. Tecnología de los productos e subproductos de pescados, moluscos e crustáceos, 1ª ed. Editorial Hemisférico Sur, S.R.L., Buenos Aires - Argentina, 1975. 538 p.
- BEUCHAT, L. R. Vibrio parahaemolyticus: Public health significance. Food Technology, 36 (3): 80-83 + 92, 1982.
- BERAQUET, N. J. Peixe salgado e seco: um processo rápido de salga. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Nº 38, 13-37, 1974.

- BERAQUET, N. J.; FERREIRA, V. L.; POMPEU, R. M. Determinação do tempo de salga de sardinhas destinadas ao enlatamento. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. 8 (10): 345-375, 1977.
- BOTELHO, A. T. Preparação e salga do Pirarucu. Superintendência do Plano de Valorização Econômico da Amazonia - SPVEA - Belém, 1956. 35 p.
- BOTELHO, A. T. & NORT, E. Pescado salgado no Brasil. Programa de pesquisa e desenvolvimento pesqueiro do Brasil. PNUD/FAO - Ministério da Agricultura/SUDEPE, Rio de Janeiro, 1974. 40 p.
- BURGESS, G. H. O.; CUTTING, C. L.; LOVERN, J. A. & WATERMAN, J.J. El pescado y las industrias derivadas de la pesca. Zaragoza, Ed. Acribia, 1971. 392 p.
- CARDONHA, A. M. S. Alguns grupos de microrganismos pesquisados em carne de sol processada na cidade de Macaíba e comercializada em Natal - Rio Grande do Norte. Monografia apresentada ao Departamento de Tecnologia Farmacêutica e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1982.
- CLUCAS, I. J. and SUTCLIFFE, P. J. An Introduction to fish handling and processing. Tropical Products Institute, London, 1981. 85 p. (G. 143).
- CLUCAS, I. J. and SUTCLIFFE, P. J. Fish handling preservation and processing in the tropics. Tropical Products Institute, London, 2, 1982. 143 p. (G. 145).
- CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Padrões Microbiológicos. Resol. Nº 13/78. Ministério da Saúde, Março de 1978.
- DELAZARI, I. Aspectos microbiológicos de Alimentos desidratados. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 16 (3): 227-260, 1979.

- DEL VALLE, F. R. & NICKERSON, J. T. R. Studies on salting and drying fish. I. Equilibrium considerations in salting. Journal of Food Science, 32: 173-179, 1967a.
- DEL VALLE, F. R. & NICKERSON, J. T. R. Studies on salting drying fish. II. Dinamic aspects of the salting of fish. Journal of Food Science, 32: 218-224, 1967b.
- DEL VALLE, F.R. & NICKERSON, J.T.R. A quick salting process for fish. 1. Evolution of the process. Food Technology, 22: 1036-1038, 1968.
- DEL VALLE, F. R. and NICKERSON, J. T. R. Salting and drying fish. 3. Difusion of water. Journal of Food Science. 33: 499-503, 1968.
- DEL VALLE, F. R.; PADILHA, M.; RUZ, A. and RODRIGUEZ, R. Pilot plant production of and large scale acceptance trials with quick salted fish cakes. Journal of Food Science, 38, 246-250, 1973.
- DEL VALLE, F. R.; BURGESS, H.; HAAS, R. and GAONA, N. Proximate analysis protein quality and microbial counts of quick-salted freshly made and stored fish cakes. Journal of Food Science, 41: 975-976, 1976.
- DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Quadros informativos sobre a administração da pesca em 101 açudes públicos controlados pelo DNOCS, no ano de 1981.
- EIROA, M. N. U. Aspectos microbiológicos relacionados à conservação e ao consumo de pescado. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Nº 54, 9-37, 1980.
- FAO - United Nations Food and Agriculture Organization. Higiene y sanidad de los products pesqueros, Chile, 1953. 95 p.

- FRAZIER, W. C. Microbiologia de los alimentos. 2^a ed. Zaragoza, Ed. Acribia, 1978. 512 p.
- FREITAS, J. V. F. e GURGEL, J. J. S. Sobre o pescado salgado seco vendido no estado do Ceará. Bol. Tec. DNOCS., 29 (1): 9-22, 1971a.
- FREITAS, J. V. F. e GURGEL, J. J. S. Estudos experimentais sobre a preparação de peixes salgados-secos, no Nordeste Brasileiro. Bol. Tec. DNOCS., 29 (2): 29-40, 1971b.
- FREITAS, J. V. F.; GURGEL, J. J. S. e MACHADO, Z. L. Estudos sobre a melhoria do processamento da salga e secagem da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus*, no açude Araras, Ce.. Bol. Tec. DNOCS, 39 (2): 71-87, 1981.
- FUJIMURA, C. Q.; AMAYA-FARFAN, J. e CONTRERAS GUZMÁN, E. Preservação da Corvina (*Micropogon* sp) por salga e secagem rápida e seu balanceamento com arroz. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência de Tecnologia de Alimentos, 16 (2): 111-126, 1982.
- GAVA, A. J. Principios de Tecnologia de Alimentos. São Paulo, Nobel, 1978, 284 p.
- GRECCHI, D. Salga de Peixes. Rev. Nac. Pesca, 14 (120):10-13, 1972.
- GURGEL, J. J. S. Sobre a exportação de pescado salgado do açude Araras (Reriutaba, Ceará), nos anos de 1966 a 1968. DNOCS, CPq/Divisão de Pesquisas Ictiológicas, Série Circular, Nº 3, 01-12, 1970.
- HORIE, S. & HINAGO, K. Bacterial flora in imported solar salt. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 40 (10): 1058-1062, 1974.
- ICMSF - International Commission of Microbiological Specifications for Foods. Microrganisms in foods. V. 1. Their significance and methods of enumeration, 2nd. ed., Toronto; Canadá, University of Toronto Press, 1978. 434p.

- ICMSF - Internactional Comission of Microbiological Specifications for Foods. Microbial ecology of foods. V. 2. Food comodities - New York, Academic Press, INC, 997 p., 1978.
- JASON, A. C. Effects of fat content on diffusion of water in fish muscle. J. Sci. Fd. Agric. 16: 281-288, 1965.
- JAY, J. M. Microbiologia moderna de los alimentos. Zaragoza, Ed. Acribia, 1973, 319 p.
- KAI, M. Industrialização de cação salgado e seco. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 01-31, 1979.
- KOSAK, P.H. and TOLEDO, R.T. Brining procedures of produce uniform salt content in fish. Journal of Food Science, 46: 1646-1649, 1981.
- LANARA - Laboratório Nacional de Referência Animal, Ministério da Agricultura. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. Métodos Microbiológicos. Brasília, 1981.
- LAZLO, H. Controle sanitário do pescado e derivados. Revista Nacional da Pesca, Nº 147, 18-23, 1975.
- LEITÃO, M. F. F. Microbiologia do pescado e controle sanitário no processamento. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Nº 50, 01-35, 1977.
- LEITÃO, M. F. F. Microbiologia do pescado salgado. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, 16(2): 123-147, 1979.
- LEITÃO, M. F. F. Comunicação pessoal. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, 1983.
- MENDELSON, J. M. Rapid techniques for salt-curing fish. A review. Journal of Food Science. 39: 125-127, 1974.

- MENDES-BEZERRA, A. E. Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ce., Comunicação Pessoal, 1983.
- NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos, 2^a ed., Instituto Adolfo Lutz, Secretaria do estado de São Paulo, (1): 1976.
- NUNES, M. L. e GEROMEL, E. J. Hidrolisado protéico de tilápia: Determinação de algumas condições de processamento. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2 (2): 164-179, 1982.
- ROA, G. e ROSSI, S. Secagem e Armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e natural. Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do estado de São Paulo. Publicação ACIE-SP., Nº 22, 1980. 295 p.
- SCHNEIDER, I. S. Ocorrência de halófilos vermelhos em sal e reprodução do "vermelhão" em charque, pele salgada de bovino e peixe salgado. Revista da Faculdade de Medicina Veterinária de São Paulo. Nº 4, 441-448, 1962.
- STELL, R. G. D. of TORRIE, J. M. Principles and procedures of statistics. Mc. GrawHill Book Co., Inc. New York, USA, 1960.
- TARLADGIS, B.T.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. & DUGAN, L.J. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. J. A. Oil Chemists Soc. 37: 44-48, 1960.
- TORRANO, A. D. M. & OKADA, M. Processamento do cação salgado e seco. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Nº 54, 153-166, 1977.

- VARGA, S.; SIMS, G.G.; MICHALIK, P. & REGIER, L. W. Growth and control of halophilic microorganisms in salt minced fish. Journal of Food Science, 44 (1): 47-50, 1979.
- WOJTOWICZ, M. M.; FIERHELLER, M.G.; LEGENDRE, R. & REGIER, L. W. A technique for salting lean minced fish. Fish Mar. Serv. Tech. Rep. Nº 731, 01-15, 1977.
- YANG, C.; JHAVERI, S.N. & CONSTANTINIDES, S.M. Preservation of Gray fish (*Squalus acanthias*) by salting. Journal of Food Science, 46: 1646-1649, 1981.
- ZAPATA, J. F. F.; MACÊDO, B. A. e MARTINS, S. C. S. Salga rápida de peixe de água doce do nordeste brasileiro. 1983. Trabalho submetido para publicação na Revista da SBCTA.
- ZUGARRAMURDI, A.; LUPIN, H. M. A model to explain observed behavior on fish salting. Journal of Food Science 45 : 1305-1307, 1980.

A P Ê N D I C E S

APÊNDICE "A"

TABELAS DE ANÁLISES ESTATÍSTICA

TABELA 9 - Análise de variância das medidas de umidade do peixe salgado-seco durante a estocagem.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|--------|------|
| Tempo de estocagem | 4 | 11,817 | 1,83 |
| Tratamento | 3 | 10,645 | 1,65 |
| Erro | 12 | 6,44 | |
| Interação | 1 | 4,76 | 0,72 |
| Resíduo | 11 | 6,596 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 5% de significância.

TABELA 10 - Análise de variância das medidas de proteína do peixe salgado-seco durante a estocagem.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|-------|-------|
| Tempo de estocagem | 4 | 87,07 | 37,53 |
| Tratamento | 3 | 1,458 | 0,628 |
| Erro | 12 | 2,32 | |
| Interação | 1 | 0,315 | 0,126 |
| Resíduo | 11 | 2,5 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 5% de significância.

TABELA 11 - Análise de variância das medidas de cloreto de sódio do peixe salgado-seco durante a estocagem.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|--------|------|
| Tempo de estocagem | 4 | 6,16 | 3,38 |
| Tratamento | 3 | 1,159 | 0,64 |
| Erro | 12 | 1,82 | |
| Interação | 1 | 2,2858 | 1,28 |
| Resíduo | 11 | 1,78 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 5% de significância.

TABELA 12 - Análise de variância das medidas de TBA do peixe salgado-seco durante a estocagem.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|--------|------|
| Tempo de estocagem | 4 | 68,056 | 2,75 |
| Tratamento | 3 | 57,296 | 2,32 |
| Erro | 12 | 24,66 | |
| Interação | 1 | 65,71 | 3,14 |
| Resíduo | 11 | 20,93 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 5% de significância.

TABELA 13 - Análise de variância para contagem de bactérias mesófilas.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|--------|-------|
| Tempo de estocagem | 4 | 1,92 | 7,059 |
| Tratamento | 3 | 1,047 | 3,85 |
| Erro | 12 | 0,272 | |
| Interação | 1 | 0,4887 | 1,94 |
| Resíduo | 11 | 0,252 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 1% de significância.

TABELA 14 - Análise de variância para contagem de bactérias halófilas.

| Fonte de variação | gl | MSQ | F* |
|--------------------|----|---------|------|
| Tempo de estocagem | 4 | 0,48877 | 1,91 |
| Tratamento | 3 | 1,01 | 3,95 |
| Erro | 12 | 0,256 | |
| Interação | 1 | 0,2586 | 1,01 |
| Resíduo | 11 | 0,2555 | |
| Total | 19 | | |

* Nível de 5% de significância.

A P Ê N D I C E "B"

FIGURAS RELATIVAS AO COMPORTAMENTO DA TILÁPIA SALGADA-SECA
DURANTE A ESTOCAGEM.

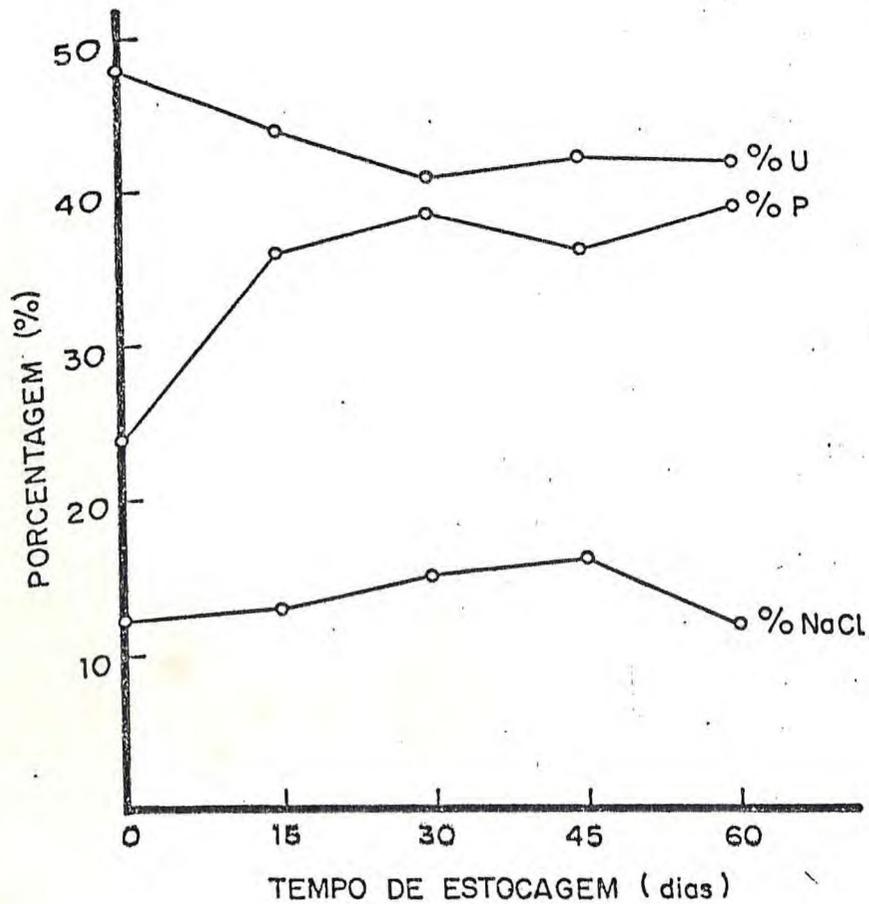


FIGURA 2 - Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilã pia salgada-seca, tratada com antioxidante, durante a estocagem à temperatura ambiente.

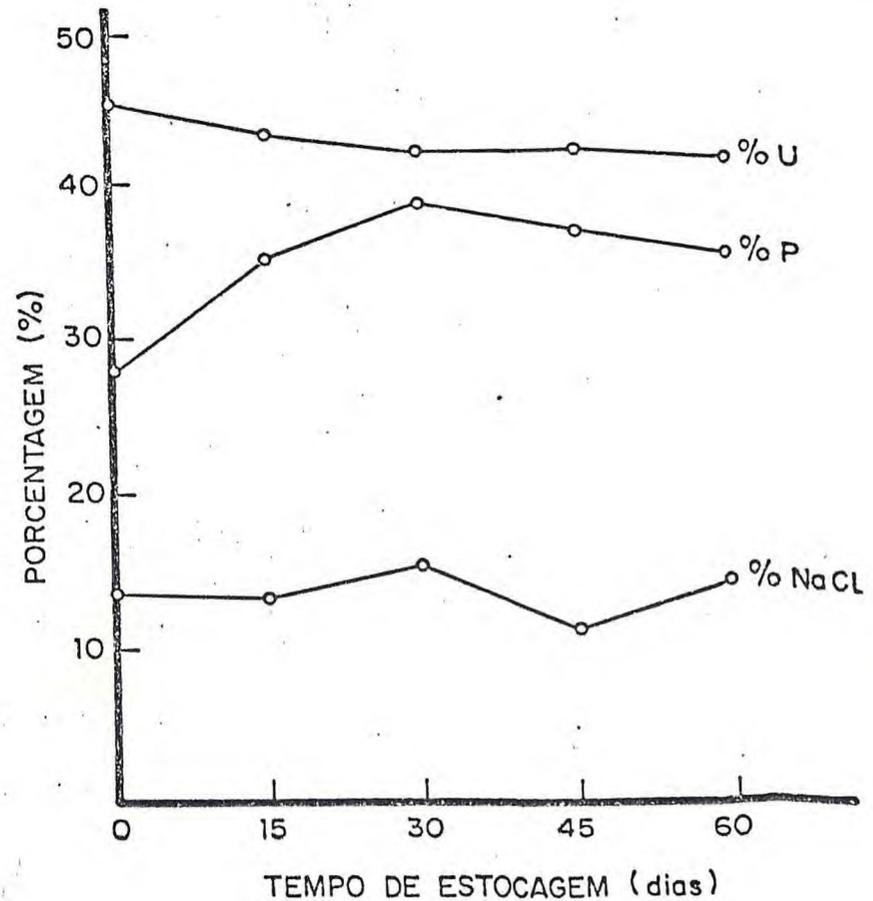


FIGURA 3 - Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilã pia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente.

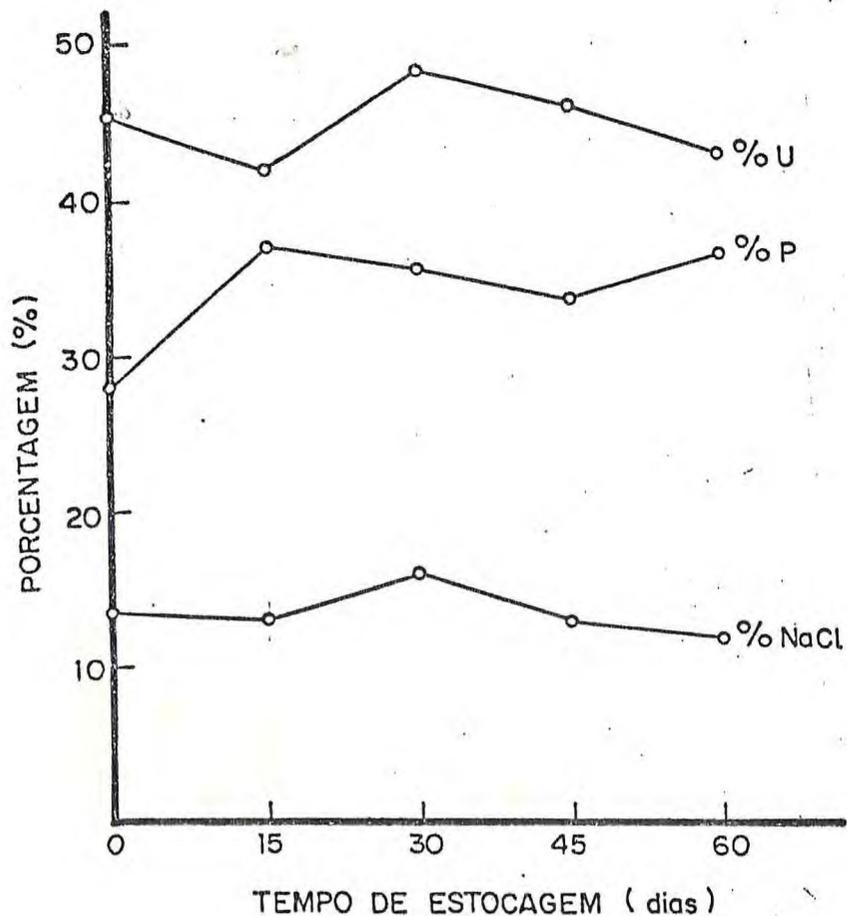


FIGURA 4 - Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilapia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

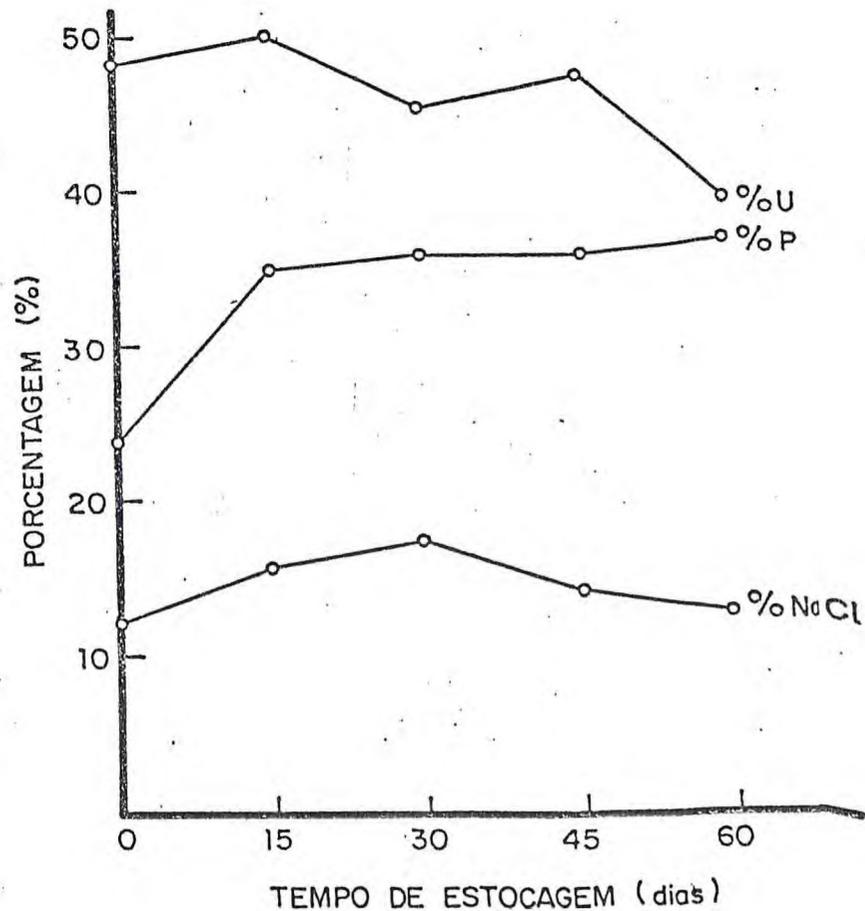


FIGURA 5 - Variação do teor de umidade, proteína e cloreto de sódio da tilapia salgada-seca tratada com antioxidante, durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

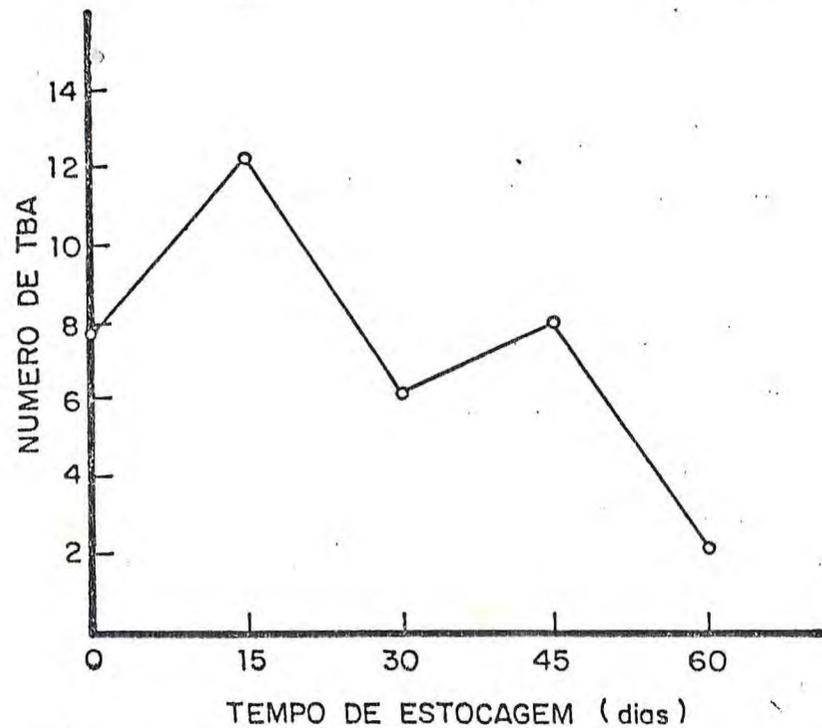


FIGURA 6 - Variação do número de TBA para a tilápia salgada-séca com an tioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente.

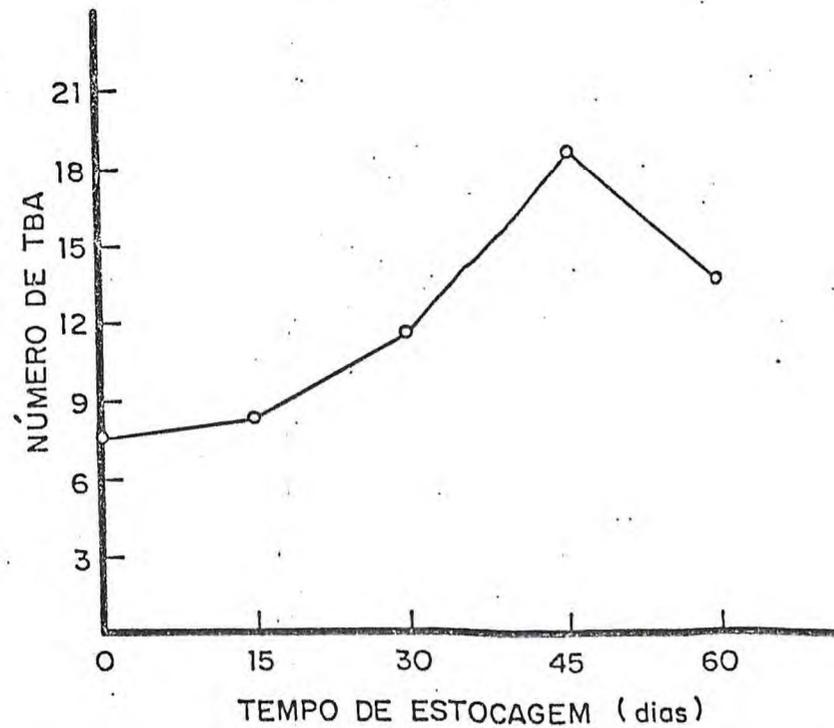


FIGURA 7 - Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca com an tioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

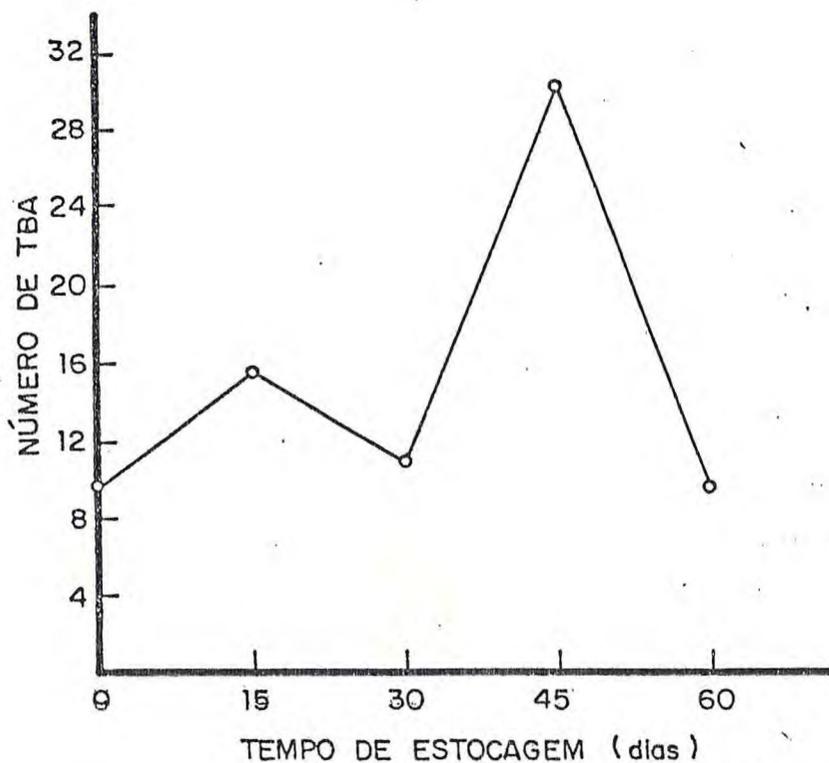


FIGURA 8 - Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente.

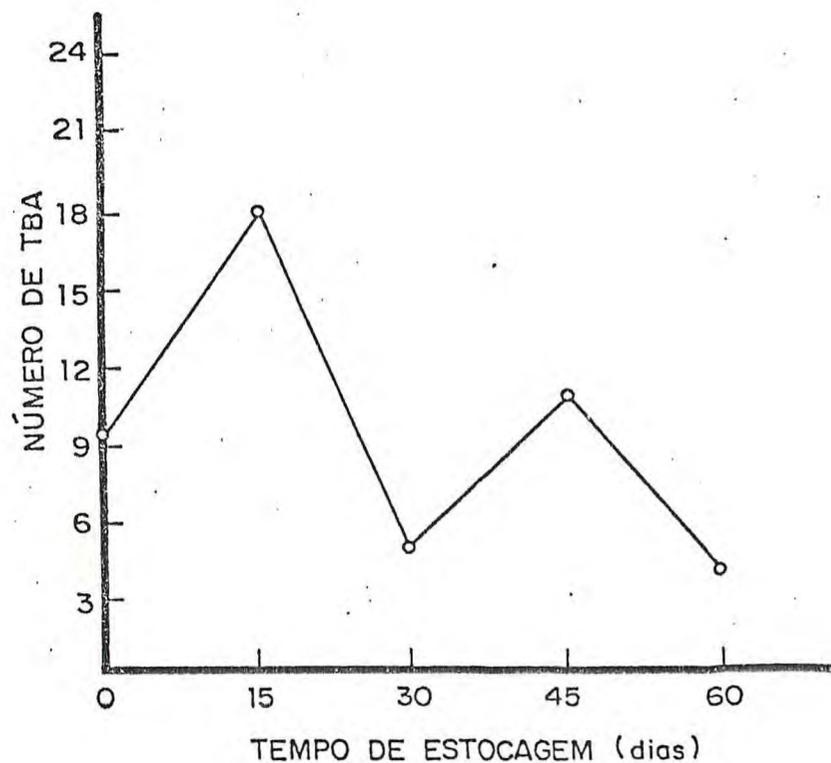


FIGURA 9 - Variação do número de TBA para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

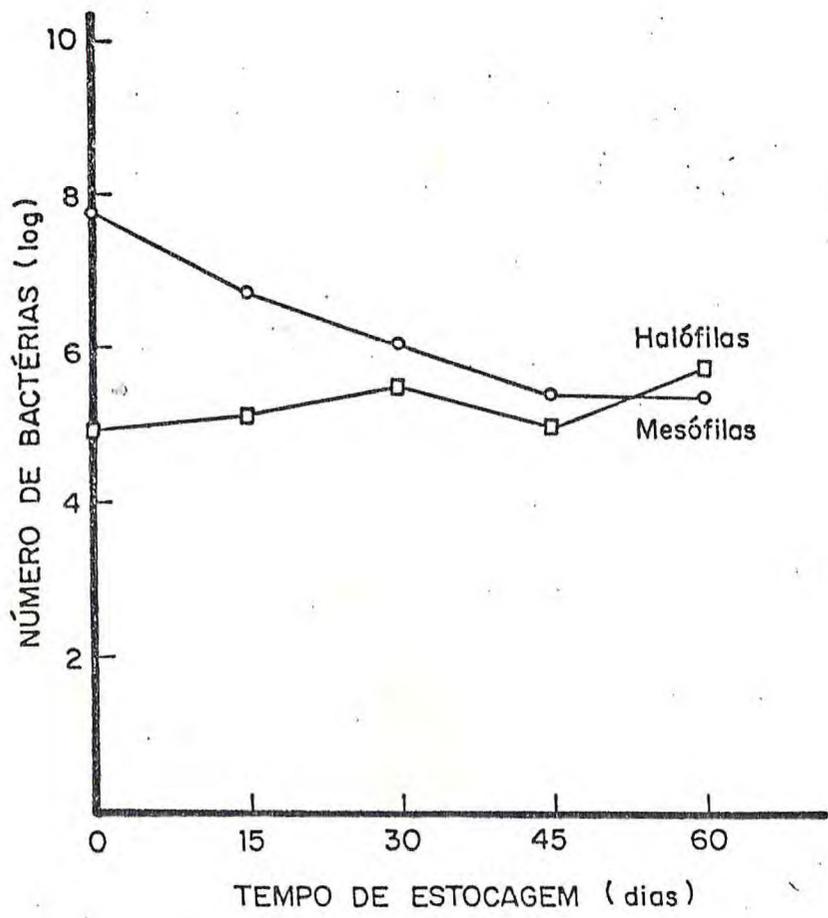


FIGURA 10 - Variação do logaritmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente.

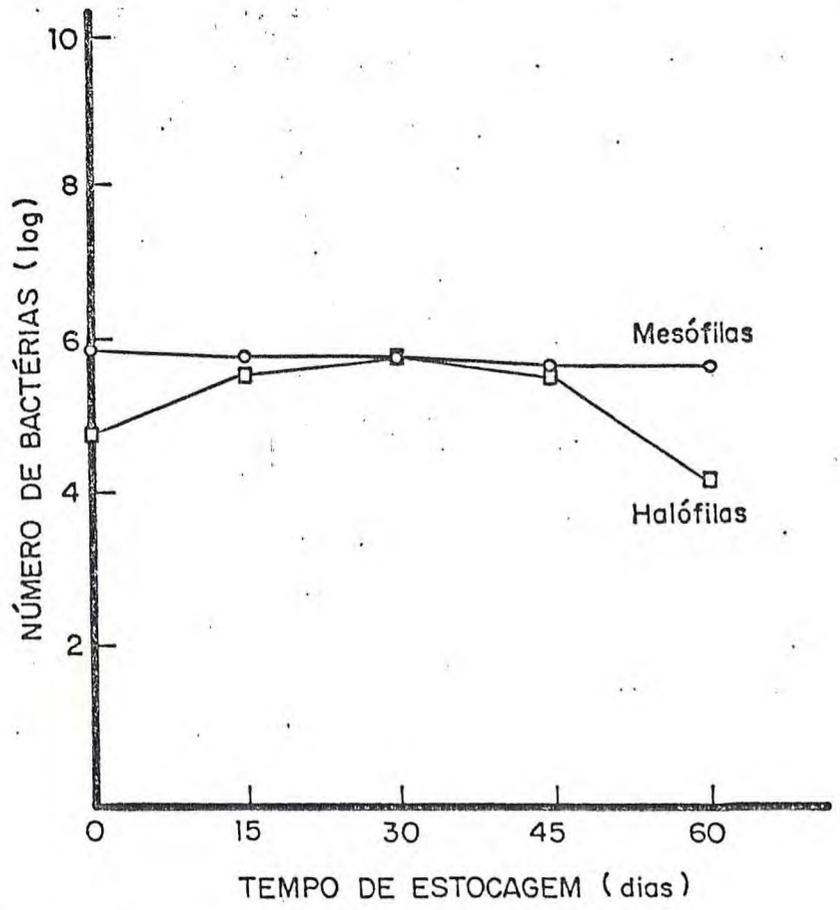


FIGURA 11 - Variação do logaritmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente.

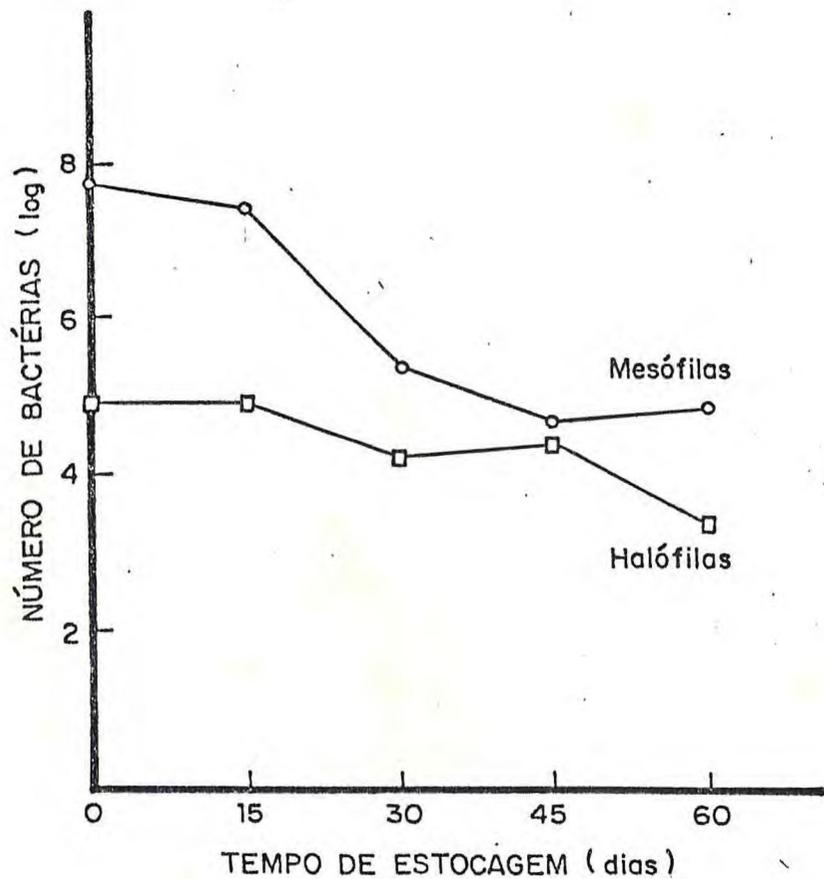


FIGURA 12 - Variação do logaritmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

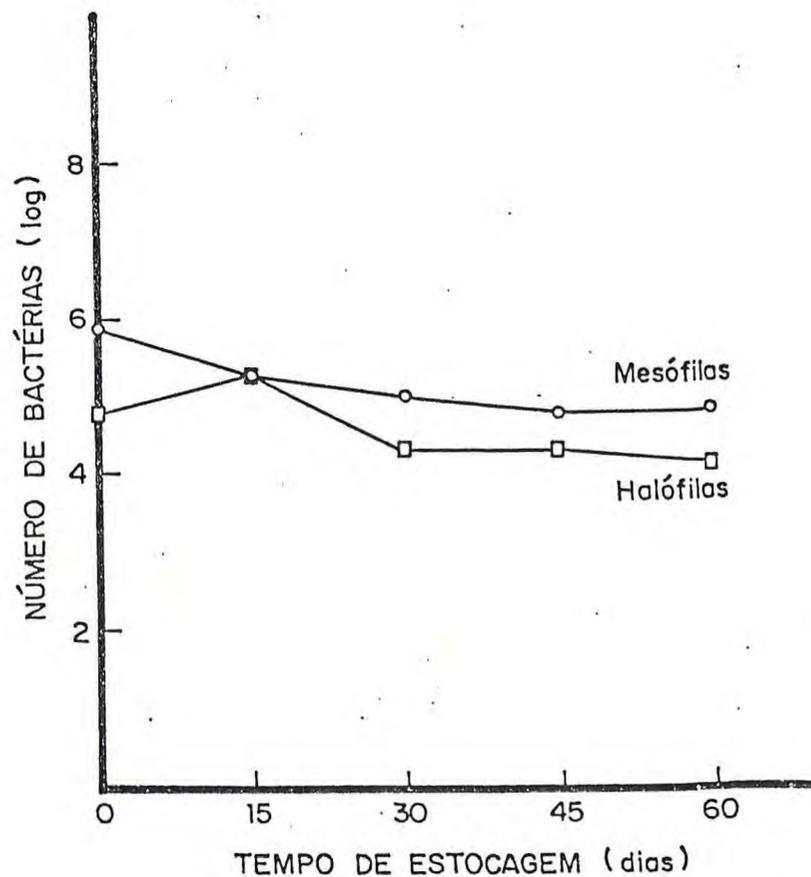


FIGURA 13 - Variação do logaritmo do número de bactérias mesófilas e halófilas para a tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

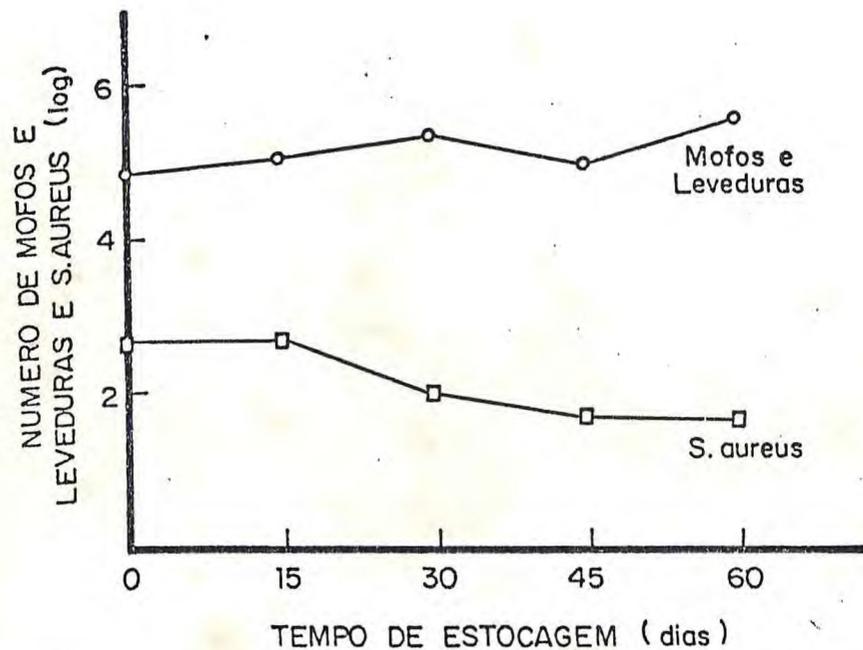


FIGURA 14 - Variação do logarítmo do número de mofos e leveduras e *S. aureus* na tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura ambiente.

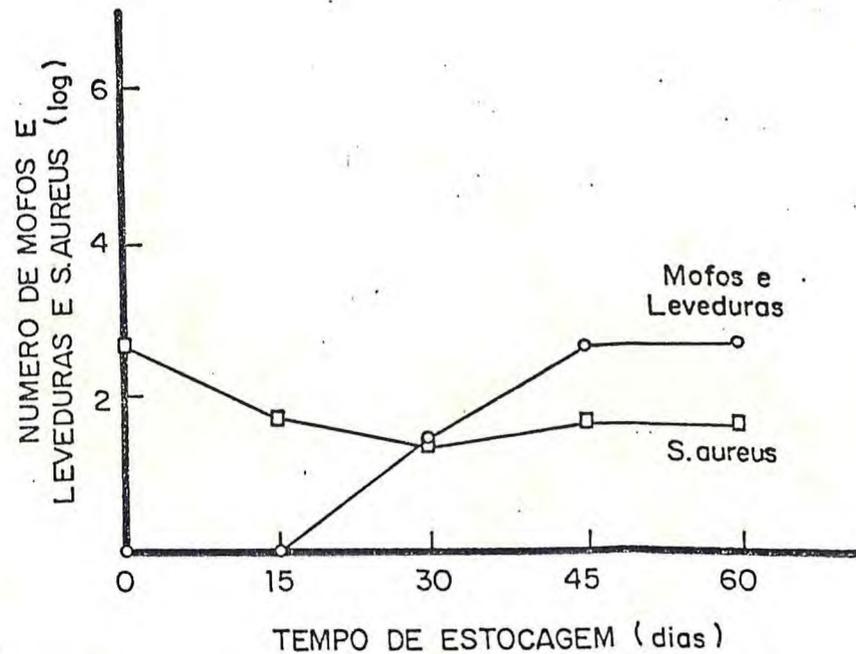


FIGURA 15 - Variação do logarítmo do número de mofos e leveduras e *S. aureus* na tilápia salgada-seca durante a estocagem à temperatura ambiente.

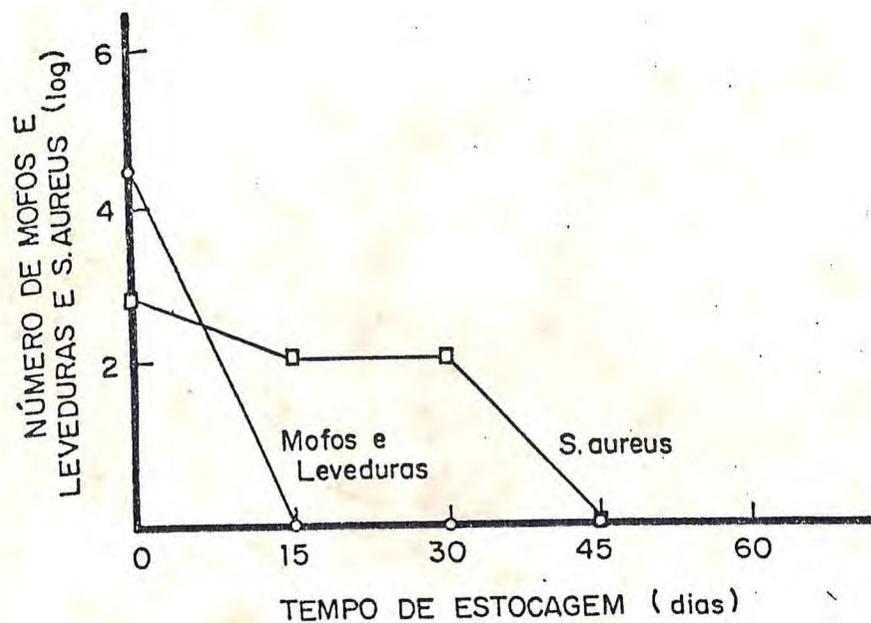


FIGURA 16 - Variação do logaritmo do número de mofo e leveduras e *S. aureus* na tilápia salgada-seca com antioxidante durante a estocagem à temperatura de refrigeração.

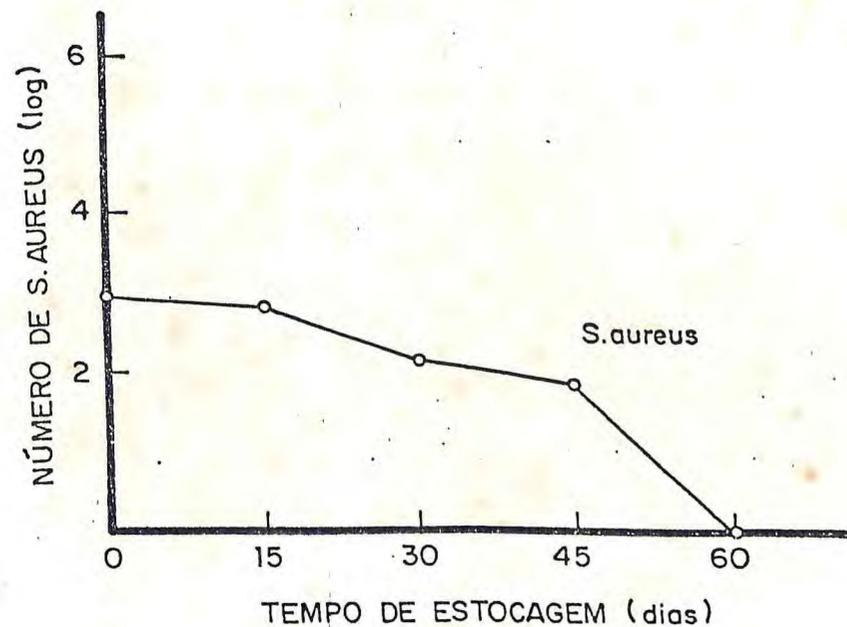


FIGURA 17 - Variação do logaritmo do número de *S. aureus* na tilápia salgada-seca durante a estocagem a temperatura de refrigeração.