



FURG

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MESTRADO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

ANÁLISE DE PERIGOS E PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE
ASSOCIADO À DETECÇÃO DE *Pseudomonas* sp.
NO PROCESSAMENTO DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)

NÁDIA CARBONERA

Dissertação apresentada para obtenção
do título de Mestre em Engenharia e
Ciência de Alimentos.

PROF. Dr. MILTON LUIZ PINHO ESPÍRITO SANTO
ORIENTADOR

Rio Grande, RS
2007

Aos meus pais Amélia e Osvaldo pelo amor e ensinamentos transmitidos ao longo de minha vida a quem devo tudo que sou.
Ao meu irmão Delécio *in memoria*, que está sempre presente em meus pensamentos, minha eterna saudade.
A minha irmã Dirce pela presença constante em minha vida, a quem devo essa vitória, porto seguro de minha vida.
Ao meu irmão Dimar por me guiar nas minhas decisões e ser meu conselheiro nos momentos difíceis de minha vida.
Aos meus irmãos Dirceu e Nédio, a eterna admiração de batalhadores e profissionais que são.
E aos "irmãozinhos" Marcelo e Juliano, pela alegria de fazer parte de nossas vidas.
E, aos meus sobrinhos, que encantam nossos dias, que mesmo tão distante e às vezes sem entenderem o que faço, sempre torcem por mim.

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Não posso neste momento deixar de agradecer à Costa Sul Pescados Ltda., e em especial a Engenheira de Alimentos, Geraldine Maria Coelho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência e por estar sempre ao meu lado me protegendo, orientando e que junto de mim fez essa caminhada.

Agradeço, principalmente, ao meu orientador Prof. Dr. Milton Luiz Espírito Santo, por acreditar em mim, pela amizade, paciência, orientação e incentivo em todas as atividades relacionadas a este trabalho que contribuíram muito para meu crescimento profissional, minha eterna gratidão.

A minha família pelo apoio, confiança, incentivo e compreensão da minha ausência.

Ao meu namorado, Gilnei, por estar sempre ao meu lado acreditando no meu potencial.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro e a Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG, pela oportunidade de aprimoramento profissional.

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio de Almeida Pinto pelos conselhos e ajuda nas minhas dúvidas.

À Prof. Dr^a. Leonor de Almeida Soares pelo carinho e dedicação.

Às minhas amigas Aline, Liana, Jaqueline, Ingrid, Michele, Viviane e Thaís pela amizade durante esses anos.

Aos amigos Márcio e Ricardo pela amizade e ajuda na realização do trabalho.

Aos colegas de mestrado Aline, Vivian, Kelly, Graziela, Vanessa, Elisangela, Ligia, Francine e Adilson, pela amizade nesse período em que estivemos juntas.

Aos funcionários do departamento de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, especialmente na pessoa da Islanda e Giselda.

E, a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE NOMENCLATURA.....	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específicos.....	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1 O Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle.....	19
3.2 BPF, PPHO, POP E APPCC.....	21
3.3 Conceituação do sistema APPCC.....	22
3.4 Os sete princípios do APPCC.....	26
3.4.1 Identificação dos perigos potenciais e suas medidas preventivas.....	26
3.4.2 Identificação dos Pontos Críticos de Controle – PCC.....	27
3.4.3 Estabelecimento dos limites críticos associadas a cada PCC.....	27
3.4.4 Estabelecimento de um sistema de vigilância para cada PCC	27
3.4.5 Estabelecimento das medidas corretivas	28
3.4.6 Estabelecimento dos registros	28
3.4.7 Procedimentos de auditoria.....	28
3.5 Legislação.....	29
3.6 A aqüicultura mundial.....	32
3.6.1 A aqüicultura no Brasil.....	33
3.7 Tilápia.....	35
3.7.1 Tilápia no cenário mundial.....	37
3.7.2 Potencial da tilápia no Brasil.....	39
3.7.3 Processamento da tilápia.....	41
3.7.4 Composição química da tilápia.....	42

3.8 Deterioração do pescado.....	42
3.9 Microrganismos deterioradores do pescado.....	45
4 <i>Pseudomonas</i>	46
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
5.1 Material.....	51
5.1.1 Tilápia.....	51
5.1.2 Indústria pesqueira	51
5.2 Metodologia.....	52
5.2.1 Avaliação da matéria-prima	52
5.2.1.1 Determinação do pH.....	52
5.2.1.2 Determinação da composição química.....	52
5.2.1.3 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos.....	53
5.2.1.4 Determinação de coliformes totais e a 45 °C.....	53
5.2.1.5 Enumeração de <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva.....	53
5.2.1.6 Detecção de <i>Salmonella</i> sp.....	53
5.2.1.7 Enumeração de <i>Pseudomonas</i> sp.	54
5.3 Aplicação do sistema APPCC.....	54
5.3.1 Etapas preliminares.....	54
5.3.1.1 Comprometimento com a execução do programa.....	54
5.3.1.2 Avaliação das instalações industriais, equipamentos e seqüências operacionais associadas ao processamento do pescado.....	55
5.4 Memorial descritivo do processo de fabricação do filé congelado de tilápia.....	55
5.5 Princípios do Programa APPCC.....	56
5.5.1 Identificação dos Pontos Críticos de Controle – PCC.....	56
5.5.2 Caracterização dos perigos.....	56
5.5.3 Estabelecimento dos limites críticos.....	57
5.5.4 Estabelecimento de medidas preventivas.....	57
5.5.5 Estabelecimento de ações corretivas.....	57
5.5.6 Monitoramento.....	57
5.5.7 Registro das atividades.....	58
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
6.1 Composição química.....	59
6.2 Determinação do pH.....	60
6.3 Avaliação microbiológica.....	61

6.4 Mapa organizacional.....	67
6.5 Memorial descritivo de fabricação	70
6.6 Medidas preventivas, limites críticos, sistema de vigilância e medidas corretivas.....	74
6.7 Plano de Controle de Qualidade na recepção do pescado – PCC ₁	75
6.7.1 Procedimento de vigilância.....	75
6.7.2 Avaliação sensorial.....	76
6.7.3 Procedimento de amostragem na recepção – PCC ₁	76
6.7.4 Quantidade/ Freqüência.....	77
6.8 Plano de Controle de Qualidade na filetagem – PCC ₂	77
6.8.1 Procedimento de vigilância.....	77
6.8.2 Procedimento de amostragem na filetagem – PCC ₂	78
6.8.3 Quantidade / Freqüência.....	78
6.9 Plano de Controle de Qualidade na pesagem do pescado – PCC ₃	78
6.9.1 Procedimento de vigilância.....	78
6.9.2 Procedimento de amostragem na pesagem – PCC ₃	79
6.9.3 Quantidade / Freqüência.....	79
6.10 Plano de Controle de Qualidade na embalagem – PCC ₄	79
6.10.1 Procedimento de vigilância.....	79
6.10.2 Procedimento de amostragem na embalagem – PCC ₄	80
6.10.3 Quantidade / Freqüência.....	80
7 Procedimentos operacionais de saneamento industrial.....	80
7.1 Práticas de higiene pessoal.....	81
7.2 Higiene e sanitização das instalações industriais e equipamentos.....	81
7.2.1 Áreas industriais (internas).....	81
7.2.2 Áreas Industriais (externas).....	83
7.2.3 Áreas específicas para insumos.....	83
7.2.4 Área de recepção do pescado (área suja).....	84
7.2.5 Área de congelamento/estocagem.....	84
7.2.6 Área social.....	85
7.3 Práticas operacionais de saneamento.....	85
7.4 Tratamento da água/gelo.....	86
7.5 Procedimento de vigilância industrial.....	86

7.5.1 Classificação das condições sanitárias.....	86
7.6 Plano de Controle de Roedores.....	87
7.6.1 Levantamento técnico.....	87
7.6.2 Desratização passiva.....	87
7.6.3 Desratização ativa.....	87
7.6.4 Raticidas.....	88
7.6.5 Plano de Controle de insetos.....	88
8 Procedimento de queixas dos consumidores.....	88
9 Aferição das balanças.....	89
10 Etiquetas e especificações.....	89
10.1 Procedimento para recolhimento de produtos não conformes.....	90
10.1.2 Recoleta.....	90
10.1.3 Identificação dos defeitos.....	90
11 CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
Anexos.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Importação dos EUA de filés frescos de tilápia (US\$ milhões).....	37
Tabela 2 - Estimativa da produção de tilápia cultivada em diferentes países.....	38
Tabela 3 - Composição química das amostras de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	59
Tabela 4 - Variação do pH nas amostras de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) <i>in natura</i> , filés resfriados (3 °C) e congelados(-18 °C).....	60
Tabela 5 - Avaliação microbiológica das amostras de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) <i>in natura</i> refrigerada a 3 °C.....	62
Tabela 6 - Avaliação microbiológica das amostras de filés refrigerados (3 °C) de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	62
Tabela 7 - Avaliação microbiológica das amostras de filés congelados (-18 °C) de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	63
Tabela 8 - Avaliação de <i>Pseudomonas</i> sp. em amostras de filés congelados (-18 °C) de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Plano de APPCC na produção filés de tilápia congelados, na modalidade IQF.....	74
Quadro 2 - Caracterização da qualidade do pescado in natura com a correspondente pontuação.....	76
Quadro 3 - Classificação dos filés quanto consistência, cor e aspecto.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tilápia do Nilo (<i>Oreochomis niloticus</i>).....	37
Figura 2 - Mapa organizacional da equipe responsável pelo programa APPCC da empresa Costa Sul Pescados Ltda. – SC.	68
Figura 3 - Filés de tilápia congelados, acondicionados em sacos de polietileno (A) e em bandejas de poliestireno (B).....	71
Figura 4 - Processamento dos filés de tilápia, na modalidade IQF e respectivos Pontos Críticos de Controle.....	72
Figura 5 - Visualização da seqüência operacional da obtenção dos filés congelado da tilápia: (A) Recebimento/separação do gelo, (B) lavagem, (C) classificação/pesagem, (D) filetagem/lavagem, (E) congelamento, (F) glaseamento, (G) secagem pelo frio, (H) embalagem, (I) estocagem.....	73

NOMENCLATURA

AB/Tilápia	Associação Brasileira de Processamento de Tilápia
AD	Árvore de Decisões
ADP	Adenosina Difosfato
AMP	Adenosina Monofosfato
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APHA	American Public Health Association
APPCC	Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
ARM	Avaliação de Riscos Microbiológicos
ATP	Adenosina Trifosfato
BHI	Brain Heart Infusion
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BVT	Bases Voláteis Totais
CCDAM	Committee on Communicable Diseases Affecting Man
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CQF	Controle de Qualidade da Fábrica
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
ED	Entner-Doudoroff
ETAs	Enfermidades Transmitidas pelos Alimentos
EVOH	Etileno-Álcool-Vinílico
FAO	Food And Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
GQT	Gerenciamento da Qualidade Total
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
IMP	Inosina Monofosfato
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial
IQF	Individual Quick Frozen
ISO	International Organization for Standardization
MA	Ministério da Agricultura
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MS	Ministério da Saúde
NASA	National Aeronautic Space Administration
NBR	Norma Técnica Brasileira

NMP	Número Mais Provável
NNP	Compostos Nitrogenados Não-Protéicos
NPT	Compostos Nitrogenados Protéicos Totais
PC	Ponto de Controle
PCA	Plate Count Agar
PCC	Ponto Crítico de Controle
PCCe	Ponto Crítico de Controle Eliminado
PCC _p	Ponto Crítico de Controle Prevenido
PCC _r	Ponto Crítico de Controle Reduzido
POP	Procedimentos Operacionais Padronizados
PPHO	Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional
SDA	Serviço de Desratização Ativa
SEPES	Secretaria de Pesca
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde
SOFIA	Situação da Pesca e Aqüicultura no Mundo
SSOP	Standard Sanitizing Operating Procedures
TMA	Trimetilamina

RESUMO

O programa de qualidade Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC, segundo a NBR/ANVISA nº 14.900, estabelece como princípios, a prevenção de riscos à saúde humana, bem como a redução ou eliminação de alterações nos alimentos através da aplicação de práticas de controles operacionais ao longo da cadeia produtiva. Desta maneira, a aplicação deste programa é considerada uma importante ferramenta para a segurança alimentar e controle de qualidade dos alimentos destinados ao consumo humano. São pré-requisitos fundamentais, as Boas Práticas de Fabricação - BPF, constituindo-se na base higiênico-sanitária para implantação do sistema. A implantação destas práticas simplifica e viabiliza o plano, assegurando sua integridade e eficiência operacional. Como partes da metodologia de avaliação do programa, foram identificadas as fases operacionais relacionadas ao processamento e estabelecido um sistema de vigilância para cada Pontos Críticos de Controle-PCC. Foram determinados os limites críticos e suas medidas preventivas e corretivas. Em função dos perigos de natureza biológica, associados à saúde pública deve ser avaliada a presença de microrganismos relacionados com a segurança alimentar, deterioradores e/ou patogênicos: *Salmonella* sp., coliformes a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Pseudomonas* sp. As *Pseudomonas* sp. são as bactérias de maior incidência neste tipo de matéria-prima e indicadoras da extensão da deterioração. A decomposição por este microrganismo produz sabores e odores sulfidrílicos. O odor de frutas podres é produzido pela *Pseudomonas fragi* através da decomposição de aminoácidos monoamínicos ou monocarboxílicos com formação de aldeídos, sulfitos voláteis, cetonas e ésteres. Foi realizado o monitoramento deste microrganismo, através de uma avaliação microbiológica durante o recebimento, no pescado *in natura*, nos filés processados e pré-embalados e no produto final, congelado. O trabalho objetiva a avaliação dos PCC no processamento do filé congelado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na modalidade *Individual Quick Frozen* – IQF, produzido pela Costa Sul Pescados Ltda. /SC

Palavras-chaves: APPCC, Controle de Qualidade, filé de tilápia, *Pseudomonas* sp.

ABSTRACT

The quality program Analysis of Dangers and Critical Points of Control - HACCP, according to NBR/ANVISA n°.14.900, establishes as principles, the prevention of risks to the human health, as well as the reduction or elimination of alterations to food via the application of practices of operational controls along the productive chain. Thus, the application of this program is considered an important tool for the alimentary safety and control of quality of food destined to human consumption. They are fundamental requirements, the Good Practices of Production – GPP, making up the hygienic-sanitary base for implantation of the system. The implantation of these practices simplifies and it makes possible the plan, assuring its integrity and operational efficiency. As part of the methodology of evaluation of the program, it was identified the operational phases related to processing and established a surveillance system for each CPC. The critical limits were established and its preventive and corrective measures. Concerning to the dangers of biological nature, associated to the public health the presence of microorganisms related with the alimentary safety, deteriorating and/or pathogenic agents should be evaluated: *Salmonella* sp., coliforms to 45 °C, *Staphylococcus* positive coagulase and *Pseudomonas* sp. The *Pseudomonas* sp. are bacteria of large incidence in this type of raw material and indicative of the extension of deterioration. The decomposition for *Pseudomonas* sp. produces sulfidrilic flavors and scents. The scent of rotten fruits is produced by the *Pseudomonas fragi* through the decomposition of monoamine or monocarboxyl amino acids with formation of aldehydes, volatile sulfites, acetones and esters. It was intended, through an microbiological evaluation, to monitor this microorganism, during the process of receiving fish in natura, in the filets processed and pre-packed and final product under storage. The work aims at the evaluation of the Critical Points of Control in the processing of the frozen filet of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Individual modality Quick Frozen - IQF, produced by Costa Sul Pescados Ltd. /SC.

Word-keys: HACCP, Control of Quality, tilapia filet, *Pseudomonas* sp.

1 INTRODUÇÃO

Um dos caminhos mais efetivos e econômicos no combate de problemas de segurança alimentar, adotado pelas indústrias, é a utilização do sistema preventivo de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC. Este programa vem ao encontro à necessidade de controlar, avaliar e padronizar o processamento de alimentos, tornando sua produção mais seletiva e, conseqüentemente, mais competitiva no mercado, seja interno ou externo.

O principal objetivo do sistema APPCC é prevenir a ocorrência de risco à saúde humana, bem como evitar alterações nos alimentos, através da aplicação de práticas de controle em determinadas etapas da produção, nas quais existe mais probabilidade de ocorrência de perigos ou situações críticas. Considerando a cadeia produtiva de alimentos, de modo geral preconiza-se que o sistema deva ser aplicado em todas as etapas do processamento, incluindo aspectos relativos aos consumidores.

O sistema APPCC avalia os perigos e estabelece os pontos críticos de controle. Para cada ponto, são estabelecidos: limites de controle, sistemas de monitoramento e medidas corretivas. No Brasil, para garantir a qualidade dos alimentos, o sistema APPCC tornou-se uma exigência através Portaria nº 1.428/93 do Ministério da Saúde - MS e, as indústrias de alimentos devem cumprir a metodologia conforme as especificações e os padrões de qualidade regulamentados pela legislação pertinente, como ocorre nos Estados Unidos, onde o órgão governamental de Administração de Medicamentos e Alimentos (Food and Drug Administration – FDA) regulamenta as normas que devem ser rigorosamente obedecidas.

A área de pescado cultivado em água doce vem se destacando por um forte movimento de modernização com suas indústrias adotando novas tecnologias e investindo em instalações, equipamentos e pessoal. A competitividade tem forçado essa evolução. A diversificação de produtos com melhor qualidade e custo reduzido, estão em sintonia com as expectativas do consumidor. A prática da piscicultura na produção de pescado conduz à possibilidade de aplicação de métodos mais adequados e eficientes de processamento e comercialização, trazendo confiança ao consumidor. A média de produção mundial da aqüicultura para peixes, moluscos, crustáceos e algas marinhas é de 11,7 milhões de toneladas. A piscicultura representa 10% da produção mundial de pescado, sendo 44,5% peixes (carpas e tilápias); 22,6% moluscos (ostras e mexilhões); 2,5% crustáceos (camarões) e 26,5% algas marinhas.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com aproximadamente 37% de porção comestível, é atualmente, a espécie de maior volume de produção da piscicultura

mundial podendo atingir uma produção de 1,5 milhão de toneladas em 2010. É um peixe bastante rústico, sua carne é de sabor agradável, apresenta pouca susceptibilidade a doenças parasitárias, resistência a baixas concentrações de oxigênio e grande precocidade. Esta espécie tem sido considerada “o novo pescado branco”. Possui requisitos típicos dos peixes preferidos pelo mercado consumidor, tais como carne branca de textura firme e sabor delicado, de fácil filetagem, ausência de espinhas em “Y”, além das características produtivas que colocam a tilápia entre as principais espécies cultivadas comercialmente.

O trabalho avaliou e estabeleceu o programa de APPCC na produção de filés congelado de tilápia, na modalidade IQF, junto à empresa Costa Sul Pescados Ltda., localizada na cidade de Navegantes/SC.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar e estabelecer o programa de controle de qualidade associado à Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC junto a uma empresa de pescado.

2.2 Específicos

- ✓ Identificar às fases operacionais e os pontos críticos de controle envolvidos com o processamento de filés congelados de tilápia;
- ✓ Descrever os limites críticos de controle, suas medidas preventivas e corretivas na eliminação do risco associado aos pontos críticos de controle;
- ✓ Avaliar os perigos físicos, químicos e biológicos para cada ponto crítico de controle e, associado aos biológicos, avaliar a presença de *Salmonella*, coliformes totais, a 45 °C e *Staphylococcus* coagulase positiva;
- ✓ Enumerar a presença de *Pseudomonas* no pescado *in natura*, o filé resfriado e o filé congelado de tilápia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

A crescente preocupação que o tema qualidade de alimentos tem despertado é notória e, concomitantemente, várias ferramentas de gestão da qualidade têm sido criadas e utilizadas na expectativa de atender a quesitos de idoneidade em respeito ao consumidor, para oferecer um produto seguro e, ao mesmo tempo, contemplar as exigências de comercialização, principalmente as de exportação, nas quais os critérios são bem mais rigorosos. Além destes pontos, há também a diminuição de custos, gerada pela redução de perdas e otimização da produção, dentre outros benefícios (KONECKA-MATYJEK, 2005; FURTINI e ABREU, 2006).

Das ferramentas disponíveis podemos citar as Boas Práticas de Fabricação - BPF, os Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional - PPHO, a Avaliação de Riscos Microbiológicos - ARM, o Gerenciamento da Qualidade Total - GQT e o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC. Este último tem sido amplamente recomendado por órgãos de fiscalização e utilizado em toda cadeia produtiva de alimentos, por ter como filosofia a prevenção, racionalidade e especificidade para controle dos riscos que um alimento possa oferecer, principalmente, no que diz respeito à qualidade sanitária. O alvo do sistema justifica-se, pois por mais que sejam aplicados métodos de controle, os microrganismos estão tornando-se cada vez mais resistentes e, muitos que já eram considerados como sob controle, voltam na definição de emergentes e representam principalmente, um perigo para crianças, idosos e pessoas debilitadas clinicamente (FURTINI e ABREU, 2006).

O programa APPCC originou-se na indústria Química, na Grã Bretanha, na década de 50. A Comissão de Energia Atômica utilizou seus princípios nos projetos das plantas de energia nuclear, de modo a torná-los seguros nos próximos 20 anos (HAJADENWURCEL, 1997; HAMADA-SATO, 2005).

Nos anos 60, a National Aeronautic Space Administration - NASA estabeleceu como prioridade o estudo da saúde dos astronautas, no sentido de eliminar a possibilidade de distúrbio durante a permanência no espaço. Dentre as doenças que poderiam afetar os astronautas, as mais importantes foram consideradas aquelas associadas às suas fontes alimentares. A companhia Pillsbury foi a precursora da implantação do programa, garantindo a segurança dos astronautas (HIELM et al. 2006).

As variações na implantação do APPCC ocorrem de país para país e dependem dos recursos disponíveis, bem como das regulamentações exigidas por lei. Nos países em desenvolvimento os recursos para treinamento impedem o progresso da sua implantação. Paradoxalmente esses países são os que possuem maior necessidade de sua utilização, já que os altos índices de doenças são de origem alimentar. Outro impedimento para a implantação do sistema, geralmente é a falta de pessoal capacitado e/ou falta do domínio dos treinadores em questão (CASTRO, SCHIMIDT e LEITÃO, 2002; TAYLOR, 2004; AZANZA e ZAMORA-LUNA, 2005).

No Brasil, seguindo as recomendações das organizações internacionais, o Ministério da Saúde, através da Portaria nº 1.428/93, tornou obrigatória a implantação do programa nas indústrias de alimentos a partir de julho de 1994 (Brasil, 1993).

O APPCC não é um controle de qualidade, mas pode ser gerenciado pelo sistema de Organização Internacional de Padronização, conhecido como International Organization for Standardization - ISO (AZANZA e ZAMORA-LUNA, 2005). Segundo Henroid e Sneed (2004), o APPCC pode ser incorporado pelo sistema ISO e configurado como parte do sistema.

Azanza e Schlosser (2002) salientam que o programa faz uma abordagem preventiva, direcionando a atenção para os perigos potenciais a fim de que ações corretivas possam ser tomadas. Além disso, certifica que o consumidor não seja exposto a alimentos potencialmente perigosos resultantes de processamentos inadequados ou anti-higiênico. Ao contrário das inspeções tradicionais, o HACCP supervisiona as linhas de produção, e visa prevenir os riscos para a indústria e o consumidor.

Segundo Henroid e Sneed (2004), o APPCC permite melhorar a eficiência da supervisão realizada pela inspeção, locar a responsabilidade primária pela segurança do produto ao fabricante ou distribuidor e garantir uma melhor competição das empresas produtoras de alimentos no mercado internacional. O programa habilita aos controladores de investigar para avaliar as condições passadas e presentes para a segurança do produto elaborado.

Konecka-matyjek et al., (2005) lembra da importância do traçado de prioridade na empresa, pois se o APPCC não receber o apoio necessário da diretoria, também não será prioridade máxima do funcionário. A implantação do sistema só torna-se possível quando há um comprometimento geral.

Considerando a cadeia de produção de alimentos, de modo geral preconiza-se que o sistema deva ser aplicado em todas as etapas, desde a obtenção da matéria-prima até a elaboração do produto final, incluindo aspectos relativos aos consumidores (SOARES, BENNITEZ e TERRA, 2002; TAYLOR e TAYLOR, 2004).

3.2 BPF, PPHO, POP e APPCC

A adoção pelo "Codex Alimentarius" do documento Hazard Analysis and Critical Control, Point System and Guidelines for its Application aprovou internacionalmente a HACCP como sistema eficiente para garantir a segurança dos alimentos. Contudo, isto é o reflexo do excelente trabalho da indústria de alimentos e da comunidade científica internacional para desenvolver um método que, quando implementado corretamente, pode aumentar significativamente o controle sobre os riscos de problemas causados à saúde da população por ingestão de alimentos (JOUVE, 1998).

Um grande número de informações, matérias-primas utilizadas, transformações químicas e físicas que acontecem nas etapas de fabricação, bem como os principais tipos de contaminação inerentes ao produto, devem ser levantados para utilização da ferramenta HACCP. Estes dados nem sempre estão disponíveis e sua pesquisa deve ser considerada como uma etapa preliminar. Qualquer falha no levantamento dessas informações pode significar erros no resultado final do estudo. Após a aplicação, são listados os perigos significativos para aquele processo, os limites críticos de controle e as ações corretivas a serem tomadas para minimizarem os riscos de contaminação, bem como as modificações necessárias para eliminar ou possibilitar o controle de determinados perigos (TAYLOR e TAYLOR, 2004).

São muito importantes os critérios a serem utilizados para determinar se existe um alto risco ou um risco moderado de ocorrer um perigo causador de doença, injúria ou dano resultante de uma falha em alguma operação. O excesso de pontos críticos de controle pode significar colocar no mesmo nível os pontos que influenciam na segurança do produto final e aqueles que podem ser eliminados nas etapas posteriores do processo, levando ainda a um aumento do custo do controle (KONECKA-MATYJEK, 2005).

Com relação à indústria de alimentos, é interessante ressaltar que muitas causas de contaminação são provenientes da falta de aplicação dos procedimentos de higiene e do comportamento dos operadores que manipulam os alimentos. As BPF é um conjunto de regras que definem formas ideais de fabricação, a partir de mudanças

nos métodos de higiene, comportamento do pessoal envolvido, equipamentos e instalações industriais, buscando eliminar as fontes genéricas de possíveis contaminações de um produto. Dessa forma, é interessante que se tenha a aplicação das BPF antes da implementação do APPCC, pois haverá um direcionamento dos esforços para os pontos específicos de contaminação do produto. Contudo, é possível que o programa seja aplicada em conjunto com as BPF, desde que se tenha claramente definido as diferenças entre os riscos que podem ser controlados pelas BPF daqueles que exigem modificação no processo ou algum controle específico (FURTINI e ABREU, 2006).

Os Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional - PPHO do inglês *Standard Sanitizing Operating Procedures* - SSOP são representados por requisitos de BPF considerados críticos na cadeia produtiva de alimentos. Para estes procedimentos, são adotados programas de monitoramento, registros, ações corretivas e aplicação constante de *check-lists*. Os PPHO preconizados pelo Food and Drug Administration - FDA constituíam, até outubro de 2002 a referência para o controle de procedimentos de higiene. A resolução nº 275 da ANVISA - MS criou e instituiu aqui no Brasil os Procedimentos Operacionais Padronizados - POP que vão um pouco além do controle da higiene, porém, não descaracterizam os PPHO, que continuam sendo recomendados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Através da Resolução nº10 de 22/05/2003 – MAPA foi instituído o programa PPHO a ser utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados que funcionam sob regime de inspeção federal, como etapa preliminar de programas de qualidade como o APPCC. Às vezes, o que tem sido feito é o acréscimo de determinados requisitos que faltam nos PPHO em comparação aos POP. Os programas PPHO e POP são instrumentais e, são utilizados como suporte à confecção do mesmo manual de Boas Práticas que é documental (FURTINI e ABREU, 2006).

Os programas associados aos PPHO, POP e BPF, dão suporte para que o sistema APPCC não se desvie do seu objetivo de ser focal e, possa agir em pontos críticos, onde as ferramentas anteriores na maior parte das vezes não conseguem atuar, porém, elas auxiliam na redução de custos e na definição de controles operacionais (FURTINI e ABREU, 2006).

3.3 Conceituação do sistema APPCC

O programa utiliza conceitos próprios, cuja terminologia é descrita por Kirk, (2002) e, Vela e Fernández (2003), ou sejam;

Perigo: causas potenciais de danos inaceitáveis que possam tornar um alimento impróprio ao consumo e afetar a saúde do consumidor, ocasionar a perda da qualidade e da integridade econômica dos produtos. É caracterizado pela presença inaceitável de contaminantes biológicos, químicos ou físicos na matéria-prima, produtos semi-processados ou acabados (CULLOR, 1995; PETA e KAILASAPATHY, 1995; PERBER, 2005).

Risco: é a probabilidade de ocorrência de um perigo à saúde pública, da perda da qualidade de um produto ou alimento ou de sua integridade econômica (CORMIER et al., 2006).

Análise de Riscos: segundo Adams (2002), a análise de riscos consiste na avaliação sistemática de todas as etapas envolvidas na produção de um alimento específico, desde a produção ou obtenção das matérias-primas até o uso pelo consumidor final, visando estimar a probabilidade da ocorrência dos perigos, levando-se também em consideração como o produto será consumido, distribuição e uso de matérias-primas e produtos alimentícios com objetivo de:

- ✓ Identificar matérias-primas e produtos potencialmente perigosos;
- ✓ Identificar as fontes potenciais e pontos específicos de contaminação;
- ✓ Determinar a probabilidade dos microrganismos de sobreviverem ou se multiplicarem durante a produção, processamento, distribuição e preparação do alimento para o consumo;
- ✓ Avaliar a severidade e os riscos dos perigos identificados.

Ponto Crítico de Controle - PCC: é uma operação, procedimento ou etapa do processamento de fabricação ou preparação de um produto, onde se aplicam medidas preventivas de controle sobre um ou mais fatores, com o objetivo de prevenir, reduzir a limites aceitáveis ou eliminar os perigos para a saúde, a perda da qualidade e a integridade econômica (PETA e KAILASAPATHY, 1995; ALLEN, 2001).

O Committee on Communicable Diseases Affecting Man (CCDAM, 1992), classifica os PCC de acordo com o tipo de controle exercido sobre os perigos:

PCC_e: é uma operação onde os perigos são eliminados;

PCC_p : é uma operação onde o perigo é prevenido mas não necessariamente eliminado;

PCC_r: é uma operação no qual os perigos são reduzidos, minimizados ou retardados significativamente, mas não são eliminados nem prevenidos.

Ponto de Controle: o PC é qualquer etapa ou procedimento operacional no qual fatores biológicos, químicos ou físicos podem ser controlados, prioritariamente por programas e procedimentos de pré-requisitos, como as Boas Práticas. Justifica-se o estabelecimento do PCC a partir da constatação do risco significativo da ocorrência de um perigo que provoque impacto à saúde pública (FURTINI e ABREU, 2006).

Medidas preventivas: são procedimentos ou fatores empregados nas etapas ou processamentos de produção que visam controlar um perigo à saúde, perda da qualidade de um produto ou alimento ou sua integridade econômica (CORMIER, 2002).

Vigilância: seqüência planejada de observações ou medições devidamente registradas para avaliar se um PCC está sob controle (PETA e KAILASAPATHY, 1995).

Segundo Azanza e Zamora-luna (2005), quatro tipos de vigilância são comumente empregados:

- ✓ Observação visual;
- ✓ Análise sensorial;
- ✓ Avaliação das propriedades físico-químicas;
- ✓ Análises microbiológicas.

Ações corretivas: ações a serem adotadas quando o limite crítico é excedido para serem colocadas em prática assim que o monitoramento indicar que os critérios de controle especificados para um PCC não estão sendo atendidos (ANKLAM e BATTAGLIA, 2001).

Auditoria: uso de métodos, procedimentos ou testes, executados sistematicamente pela empresa, para assegurar a efetividade do programa de garantia da qualidade com base no sistema de APPCC aprovado (PETA e KAILASAPATHY, 1995; HUSS et al., 2003).

Controle: devem ser especificados critérios apropriados para controlar os perigos em um determinado PCC, e estes devem ser documentados ou especificados claramente, com tolerâncias estabelecidas quando se julgarem necessário, e devem fornecer um alto grau de controle (JOPPEN, 2004).

Lay-out: distribuição física de elementos num determinado espaço, numa área industrial (PETA e KAILASAPATHY, 1995; MORTIMORE, 2001).

Garantia da qualidade: todas as ações planejadas e sistemáticas necessárias para prover a confiabilidade adequada de que um produto atenda aos padrões de identidade e qualidade específicas e aos requisitos estabelecidos no sistema de APPCC (MACMILLAN et al, 2004).

Controle da qualidade: consiste nas técnicas operacionais e ações de controle realizadas em todas as etapas da cadeia produtiva, visando assegurar a qualidade do produto final (VIALTA et al., 2002).

Lote: uma coleção de unidades específicas de uma matéria-prima ou produto com características uniformes de qualidade, tamanho, tipo e estilo tão uniformemente quanto possível, identificado de forma comum e única, sempre produzido durante um ciclo de fabricação ou não mais de um período de produção (MACMILLAN et al., 2003).

Limite de segurança: valor ou atributo mais restrito que o limite crítico e que é parâmetro utilizado para reduzir o risco (VIALTA et al., 2002).

Antes da implementação do APPCC, é necessário que todos os recursos humanos envolvidos no programa, seja na indústria ou no local de produção da matéria-prima, estejam conscientes das características do sistema, do compromisso que terão com ele e que tenham subsídios para dar início e continuidade ao método, ou seja, é preciso que haja um treinamento de todos os funcionários envolvidos sobre as práticas a serem realizadas (DRESCH e JONG, 2002).

Na implementação do programa é necessário que haja um treinamento prévio dos funcionários de acordo com os princípios de boas práticas de fabricação, que

consistem, basicamente, em uma série de práticas higiênicas necessárias para garantir a qualidade sanitária dos alimentos. Os elementos das BPF são divididos e envolvem ações nas seguintes categorias: pessoal, instalações, armazenamento, controle de pragas, operações, registros e documentos (SILVA e GOMES, 2001).

Existem algumas etapas anteriores à aplicação do plano que fazem parte da metodologia do sistema APPCC: obtenção do comprometimento gerencial e formação da equipe de trabalho com característica multidisciplinar; descrição do produto e sua distribuição; identificação do uso esperado relacionado com o consumo e potenciais consumidores; elaboração e validação do fluxograma de processamento (SENAI, 2000; PANISELLO, 2001).

3.4 Os sete princípios do APPCC

Segundo Cross (1997), Athyde (1999) e Hielm et al., (2006), existem sete princípios básicos que devem ser seguidos para implantação do plano:

3.4.1 Identificação dos perigos potenciais e suas medidas preventivas

Listar e identificar os perigos, analisar os riscos e considerar as medidas preventivas de controle. A análise dos riscos envolve a listagem e identificação dos perigos que podem ocorrer em toda cadeia produtiva, além das medidas preventivas de controle. Uma vez que devem ser considerados todos os aspectos da produção, desde a obtenção da matéria-prima até o produto final, será necessária uma análise para cada estabelecimento e para cada produto elaborado (NORBACK, 1998; HIGUERA-CIAPARA e NORIEGA-OROZCO, 2000).

Relacionado com a saúde pública, os perigos pode ser classificados como: biológicos, físicos e químicos. Os biológicos incluem bactérias patogênicas infecciosas ou toxigênicas. De um modo geral, os microrganismos patogênicos ou produtores de toxinas exigidos pela legislação são: *Salmonella* sp, *Staphylococcus* coagulase positivo e coliformes a 45 °C. São considerados perigos físicos os materiais estranhos (fragmentos de vidro, metais, madeira, plástico ou outro tipo de material). Com relação aos perigos químicos, poderemos considerar as toxinas naturais (aflatoxina), aditivos ou ingredientes que ocorrem quando adicionados intencionalmente e, os que não ocorrem intencionalmente (pesticidas, fungicidas, quimioterápicos e antibióticos) (GAGNON, 2000).

Relacionado com a perda da qualidade, poderemos considerar a ocorrência de deteriorações e rancidez nos produtos processados (NORBACK, 1998; GAGNON, 2000).

Quanto à integridade econômica, podem ocorrer desvios relacionados com à adição de água aos produtos e pesos não correspondentes aos estipulados em rotulagem (GAGNON, 2000).

3.4.2 Identificação dos Pontos Críticos de Controle – PCC

Um ponto crítico de controle pode ser definido como uma operação, etapa ou procedimento onde se aplicam medidas para manter um perigo significativo sob controle, prevenir, eliminar ou reduzir um perigo em níveis aceitáveis. A prevenção continua sendo a melhor decisão, para problemas de qualidade dos produtos, sendo que a identificação de cada PCC pode ser facilitada pelo uso da Árvore de Decisões - AD. A aplicação pode ser muito útil para ajudar a determinar se uma etapa específica corresponde a um PCC para um perigo previamente identificado (HULEBAK e SCHLOSSER, 2002).

3.4.3 Estabelecimento dos limites críticos associadas a cada PCC

Os limites críticos são os valores que separam os produtos aceitáveis dos inaceitáveis, podendo ser qualitativos ou quantitativos. Cada medida preventiva está associada com os limites críticos que são as fronteiras de segurança para cada PCC. Podem variar sem que se perca o controle sobre ele (SUWANRANGSI, 2000).

3.4.4 Estabelecimento de um sistema de vigilância para cada PCC

A vigilância deve ser capaz de detectar qualquer desvio do processo (perda de controle) com tempo suficiente para que as medidas corretivas possam ser adotadas antes da distribuição e consumo do alimento (KONECKA-MATYJEK et al., 2005).

Os principais tipos de vigilância são: observação contínua, avaliação sensorial, determinação de propriedades físicas, químicas e microbiológicas, sendo necessário estabelecimento da frequência e do plano de amostragem que deverá ser aplicado. A vigilância é aplicada por meio de observações, análises laboratoriais ou utilização de instrumentos de medição. Os métodos analíticos devem ser continuamente validados e os instrumentos continuamente aferidos e calibrados (KONECKA-MATYJEK et al., 2005).

Depois de estabelecido os métodos de vigilância, a equipe de trabalho deve elaborar formulários de registros das observações, como tabelas ou gráficos para os valores observados. Estes registros devem estar disponíveis para as auditorias internas e para o Serviço de Inspeção Federal (KONECKA-MATYJEK et al., 2005).

3.4.5 Estabelecimento das medidas corretivas

Quando se constatar um desvio nos limites críticos estabelecidos, serão imediatamente executadas as ações corretivas para colocar o PCC novamente sob controle. As ações corretivas devem ser específicas e suficientes para a eliminação do perigo após a sua aplicação.

Dependendo do produto que está sendo elaborado, as ações corretivas podem incluir a recalibração de equipamentos, a rejeição da matéria-prima ou o reprocessamento do produto.

Para cada PCC devem estar estabelecidas uma ou mais ações corretivas, claramente assinaladas, de tal modo que o responsável pela operação saiba exatamente o que fazer e esteja autorizado a adotá-las (KONECKA-MATYJEK et al., 2005).

3.4.6 Estabelecimento dos registros

Os procedimentos de verificação visam determinar se os princípios do sistema APPCC estão sendo executados no plano e/ou se o plano necessita de modificação e reavaliação, bem como comprovar o funcionamento do sistema APPCC e o atendimento da legislação vigente nos aspectos de formulação, padrões físico-químicos e microbiológicos (GAGNON, 2000).

A verificação deverá ser executada por pessoas da própria indústria, independentes da atividade relacionada com os procedimentos de vigilância, ou por auditores externos, a critério da empresa. A determinação da frequência dos procedimentos de verificação é de responsabilidade do dirigente da empresa (OLIVEIRA, 2001).

3.4.7 Procedimentos de auditoria

Todos os dados e informações obtidos durante os procedimentos de vigilância, de verificação e resultados laboratoriais devem ser registrados em formulários apropriados e, sempre que possível caracterizado na forma de gráficos ou tabelas (GAGNON, 2000).

Se deve registrar, também, os desvios, as ações corretivas e as causas dos desvios. Os registros devem estar acessíveis, ordenados e arquivados para possível verificação. Os formulários a serem utilizados para os registros deverão compor o plano APPCC (OLIVEIRA, 2001).

3.5 Legislação

A legislação nacional referente ao APPCC teve início em 1993 estabelecido pela SECRETARIA DE PESCA - SEPES do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - MA, atual MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, estabelecendo normas e procedimentos para pescados. No mesmo ano, a Portaria n.º 1.428 do MINISTÉRIO DA SAÚDE - MS preconizou normas para obrigatoriedade em todas as indústrias de alimentos. Em 1998, a Portaria n.º 40 do mesmo Órgão, atual MAPA, estabeleceu um manual de procedimentos baseado no sistema APPCC para bebidas e vinagres e, logo em seguida, a Portaria n.º 46 do MAPA, Brasil (1998), obrigou a implantação gradativa em todas as indústrias de produtos de origem animal do programa de garantia de qualidade APPCC, cujo pré-requisito essencial é as BPF. Considerando as necessidades e exigências anteriormente abordadas, o governo brasileiro, em parceria com o setor industrial de pescado, iniciou a implementação do sistema de APPCC em 1991. Três estados (Ceará, Rio de Janeiro e Pará) foram escolhidos pelo seu expressivo número de indústrias, as quais produzem peixes e crustáceos congelados, peixes em conservas e peixe fresco. A partir desta data, o programa se estendeu para o restante dos estados com indústria instalada (SANTOS FILHO, 1997).

Muito embora a inspeção de pescado, como um sistema nacional, obrigatório e tradicional, tem sido estruturado em torno de 1962 pelo Serviço de Inspeção Federal – SIF, no Ministério da Agricultura, esta Instituição Governamental decidiu, em parceria com o setor industrial pesqueiro iniciar, em 1991, a implementação do Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle, na indústria de produtos pesqueiros. Esta decisão foi tomada baseada nas vantagens que o sistema APPCC apresenta e foi oficialmente publicada pelo governo brasileiro em 1996, através das Portarias n.º 151, 152, 153, 154 e 155, do Secretário de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, de 26 de dezembro de 1996, como um marco legal (SANTOS FILHO, 1997).

Com relação aos produtos pesqueiros, a legislação brasileira define algumas exigências relacionadas com o sistema APPCC, através das seguintes portarias, ou

seja: Portaria nº 23/1993 (BRASIL, 1993) que estabelece normas e procedimentos para implantação do sistema pelo serviço de inspeção de pescado e derivados e, a de nº 1.428/1993, instituída pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde – SNVS/MS que, recomenda a adoção do sistema APPCC para avaliação da eficácia e efetividade dos processos envolvidos em toda linha de produção de alimentos, de forma a proteger a saúde do consumidor, que passou a vigorar desde 1994 (SENAI, 2000).

De acordo com Robbs (2000), Zanardi e Torres (2000) e Castro et al. (2002) têm-se como principais vantagens:

- ✓ A garantia da segurança e a qualidade do alimento;
- ✓ Menores custos operacionais devido à redução da necessidade de recolher, destruir ou reprocessar o alimento por razões de segurança;
- ✓ A redução nos número de testes no produto acabado para garantia de segurança e qualidade;
- ✓ A diminuição das perdas da matéria-prima e do produto acabado;
- ✓ A maior competitividade, o maior poder de barganha e a maior credibilidade junto aos clientes (consumidor intermediário ou final do produto);
- ✓ O atendimento aos requisitos legais do Ministério da Saúde e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e de Legislações Internacionais dos países importadores.

Em vários processamentos industriais foi identificado o crescimento da parceria entre o governo e as indústrias para a implantação do sistema APPCC. E, com isso, foram constatados os cuidados com fatores como higiene e embalagem, apesar de estarem longe das exigências satisfatórias que são requeridas. Vale ressaltar que algumas empresas ainda não se conscientizaram no intuito de melhorar a qualidade de seus produtos. No Brasil, muitas empresas procuram apenas atender às suas normas não dando ênfase às exigências sanitárias impostas e requisitadas pelos países importadores, o que retarda a aplicação do sistema APPCC. No formato de mercado, o programa bem assimilado e devidamente acordado com os tramites governamentais, passa a ser uma vantagem competitiva para o exportador, tendo, assim, a evolução de oportunidades na demanda de seus produtos. A expectativa dos importadores é a de que os produtos adquiridos estejam dentro das normas do

sistema APPCC e na qualidade específica de cada produto e de cada país (OLIVEIRA, 2001).

O sistema APPCC, apesar de dispensar certa dificuldade e investimento inerente a qualquer programa de qualidade, atualmente é o que mais gera confiança dentro das indústrias, não só em relação à segurança do produto ou minimização de perdas, mas pela certeza de estar cumprindo as exigências da fiscalização nacional e internacional. Dentre as principais dificuldades enfrentadas para implementação do sistema estão a capacitação técnica e os investimentos em infra-estrutura (FURTINI e ABREU, 2006).

O APPCC está sendo muito bem disseminado em grandes empresas, com ótimos resultados, porém, faz-se ainda necessária maior atuação das autoridades competentes no sentido de esclarecer e dar subsídios para implantações do sistema em todos os tipos de empresas, principalmente na validação do plano (FURTINI e ABREU, 2006).

De acordo com Leite Netto (2005), a manipulação, processamento e manutenção da qualidade dos produtos de pescado, no Brasil, podem ser resumidos e caracterizados através de:

- ✓ Melhoria da qualidade da matéria-prima manipulada e armazenada nos barcos pesqueiros;
- ✓ As indústrias que processam lagostas incrementaram o recebimento da matéria-prima viva com o estabelecimento do programa de asseguramento da qualidade, baseado nos princípios do sistema APPCC;
- ✓ Elaboração de produtos com valor agregado;
- ✓ Estabelecimento da equivalência entre os sistemas de inspeção e asseguramento da qualidade dos produtos comercializados entre o Brasil e os países importadores e exportadores;
- ✓ Melhoramento da qualidade e maiores perspectivas de exportação para o peixe fresco;
- ✓ Padronização dos equipamentos usados nas indústrias de pescado;
- ✓ Maior e melhor utilização da matéria-prima de cultivo;

- ✓ Melhor controle de moluscos bivalves oriundos de recifes artificiais e naturais;
- ✓ Melhores padrões de identidade e qualidade para os produtos elaborados tanto para o mercado interno, quanto para exportação.

Recentemente, conforme ofício-circular – DIPOA N° 10/2006, divulgado em 7 de março de 2006, o diretor do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal/DIPOA, e, com base na missão de auditoria européia nas empresas brasileiras processadoras de pescado e derivados, emitiu parecer salientando procedimentos operacionais que deverão ser observados nos estabelecimentos que exportam para aquele mercado consumidor, associados aos controles e registros de todos os pontos críticos de controle. Preconiza ainda que, todas as ações de rotina, supervisão ou auditorias desenvolvidas pelos técnicos nos estabelecimento deverão estar registradas, bem como as deficiências observadas, os prazos concedidos, as ações corretivas realizadas e punições que foram imputadas aos infratores. A não observância destes preceitos acarretará a exclusão da indústria na lista de habilitação para exportação. Os auditores europeus, durante a missão (junho/2007) deverão questionar o conhecimento e domínio dos técnicos dos estados, bem como o controle de qualidade das empresas auditadas, sobre a legislação européia.

3.6 A aqüicultura mundial

Publicado na revista Aqüicultura & Pesca (2006), o cingalês Rohana Subasinghe, consultor da FAO, elaborou um diagnóstico sobre a aqüicultura no mundo. O documento mostra dados de 2004, onde se verifica um crescimento de 1 milhão t em 1950 para 59,4 milhões t em 2004, que representam uma receita de 70,3 bilhões movimentados pelo setor. Deste montante, 41,3 milhões t, ou 69,9%, foram produzidos na China e 21,9% no resto na Ásia e do Pacífico. O oeste europeu produziu 3,5%, ou 2,1 milhões t, enquanto que o leste e a região central da Europa foram responsáveis por 250 mil t ou 0,4%. A América Latina e o Caribe contribuíram com 2,3% e a América do Norte, com 1,3%. Já o norte e leste da África responderam por 0,9%, enquanto a região subsariana atingiu 0,2%. O maior crescimento neste período ocorreu na América Latina e Caribe, onde a atividade cresceu 21,3%. A FAO explica que isso se deve ao fato de que a atividade era incipiente antes deste período, mas, recentemente teve um bom ganho de representatividade. Desde 1950, na média anual, a aqüicultura no mundo cresceu 8,8% (TORRES, 2006b).

A situação da pesca e aqüicultura no mundo – SOFIA é um estudo publicado a cada dois anos com o propósito de oferecer uma visão global e objetiva da pesca e aqüicultura, incluindo questões políticas. São produzidas revisões regularmente e recebidas muitas informações de todo o Brasil; o processo se realiza de forma detalhada e consultiva, portanto, os resultados gerados mantêm um nível de precisão e autenticidade. O estudo menciona que a América Latina enfrentou três fases de desenvolvimento: a febre do camarão na década de 80, a indústria chilena do salmão do Atlântico no fim da década de 80 e o esforço para desenvolver a indústria do camarão no Brasil em 1990. E, é possível afirmar que o desenvolvimento da aqüicultura com a tilápia pode ser considerado a quarta tendência a ser observada. Na América Latina, a tilápia já está sendo produzida com destaque. Ela pode ser cultivada de forma sustentável e contribuir para a economia nacional e, ao mesmo tempo, para a segurança alimentar. A Ásia domina a produção aqüícola; mais de 90% do total global do pescado é proveniente de cultivo. A China tem 69,4% e o restante do continente é responsável por 21,9%. Essa dominação ocorre pela necessidade de consumo e comercialização (AYROZA, 2005).

A produção pesqueira mundial em 2000 foi 130,4 milhões t de pescado. Sendo que, 94,8 milhões t são oriundas de captura marítimas e 35,6 milhões correspondem a produção aqüícola mundial (ARRUDA, 2004).

3.6.1 A aqüicultura no Brasil

No Brasil, a aqüicultura vem se firmando como atividade profissional, tendo em vista a excelente qualidade dos recursos hídricos, com disponibilidade de 5,3 milhões de hectares de água doce em reservatórios naturais e artificiais, e de 8 mil km de costa, que pode ser potencialmente aproveitados na produção de organismos aquáticos, além das favoráveis condições climáticas e do aperfeiçoamento dos sistemas de produção gerados pelas instituições de pesquisa (AYROZA, 2005).

A produção de organismos aquáticos em água salobra representa 6% de toda produção mundial. Se este nível de consumo se mantiver, a aqüicultura terá de produzir, em 2030, 83 milhões t de alimentos ou, um aumento de 37,5 milhões em relação aos níveis projetados em 2004 (TORRES, 2006a).

Houve um crescimento significativo da aqüicultura brasileira, passou de 24.000 t em 1991, para 115.000 t em 1998 (OSTRENSKY, 2000) e posteriormente para 235.640 t em 2002 (AYROZA, 2005). Este crescimento despertou o interesse em relação à industrialização dessa produção (FITZSIMMONS, 2000).

Uma vantagem da aquicultura de peixes de água doce em relação a marítima é a possibilidade de podermos executar o monitoramento da água de maneira a obtermos uma água livre de contaminação, isenta de contaminantes microbiológicos, metais pesados e pesticidas (SOCCOL, 2002).

Conforme Castagnolli (1995b), a sobrepesca comercial ou artesanal vem causando um declínio constante nas populações de peixes das águas interiores do Brasil. Este fato aliado ao temor de que os peixes capturados possam estar contaminados com metais pesados, tem estimulado o desenvolvimento da piscicultura.

Mais de 80% do território brasileiro está localizada na região tropical, banhada por duas grandes bacias hidrográficas, a Amazônica e a do Paraná-Paraguai. Nesta última, situada no Brasil central e na bacia do rio São Francisco, que drena as regiões sudeste e nordeste do país, existem mais de 100 grandes reservatórios de água e barragens, para fins de geração de energia e armazenamento de água, compreendendo mais de 5 milhões de hectares de área alagada. É grande o potencial de exploração deste sistema para a piscicultura semi-intensiva (ARRUDA, 2004).

Na última década, várias unidades processadoras de filés congelados de peixe de água doce têm se instalado no Brasil, principalmente na região Sul e Sudeste, aumentando, inclusive, o volume de resíduos não aproveitados (OETTERER, 2002b).

As informações colhidas em 2000 sobre as unidades de processamento de pescado instaladas no país deixam a desejar. A região Sudeste é a que possui o maior número de instalações industriais, 23 unidades, mas não há dados suficientes para a quantificação do volume que está sendo processado. Entretanto, como a quantidade de pescado produzido pela aquicultura é reduzida, dificilmente uma indústria processadora de porte médio consegue operar somente com a matéria-prima originada de cultivo. (OSTRENSKY et al., 2000).

A piscicultura pode ser definida como o cultivo racional de peixes que permite a produção de alimento de alto valor nutritivo a baixo custo, compreendendo particularmente, o controle do crescimento e de produção; é altamente rentável ao pequeno produtor rural, com resultados melhores do que a maioria das culturas tradicionais, o que leva os produtores a abandonar a lavoura para investir nesta prática. Assim, podem ser cultivadas várias espécies, que devem apresentar como características principais, condições de reprodução em cativeiro e adaptação à alimentação artificial (SIQUEIRA, 2001).

O cultivo racional de peixes, comparativamente ao de outras espécies de animais, apresenta vários aspectos vantajosos, dentre os quais: o peixe produz mais proteína por quilo de alimento consumido, ou seja, apresenta excelente conversão alimentar, alta produtividade, pois, peixes cultivados em sistemas adequados de produção ganham aproximadamente 0,75 g/k alimento consumido, enquanto que o frango converte cerca de 0,45 g/k. Os peixes utilizam alimentos que os outros animais não aproveitam de forma tão eficiente, como resíduo de origem animal ou vegetal, plâncton e dejetos de animais. O cultivo de peixes pode se desenvolver de forma econômica, utilizando recursos que a agricultura convencional não necessita, como as áreas estuarinas e regiões alagadiças, portanto, através da policultura, todos os níveis da cadeia alimentar são preenchidos, em razão da consorciação de espécies de hábitos alimentares complementares não concorrentes (MARCHI, 1997; MEDEIROS et al 2000; SIQUEIRA, 2001).

3.7 Tilápia

O nome “tilápia” foi utilizado pela primeira vez por Smeth em 1940. É um vocábulo africano e significa “pez” pronunciando-se [tɪlã'pɛμ]. Recentemente, fósseis do grupo da tilápia foram encontrados e datados em 18 milhões de anos. As tilápias têm ancestrais nitidamente marinhos adaptados para ambientes lóticos e lênticos de águas continentais. A espécie *Oreochromis niloticus* foi motivo de observações detalhadas há aproximadamente 5.000 anos no Egito, onde, em muitas gravuras, era representada como um símbolo sagrado (CAMPO, 2003).

A tilápia do Nilo é hoje a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo (KEENLEYSIDE, 1991; CLEMENTE e LOVELL, 1994; POPMAN e LOVSHIN, 1996a).

É classificada taxonomicamente na classe *Osteichthyes*, superordem *Teleostei*, ordem *Perciformes* e família *Cichlidae*. Apresentam coloração cinza azulada, corpo curto e alto, cabeça e caudas pequenas, e listas verticais na nadadeira caudal. Apresenta 16 a 26 rastros branquiais no 1º arco branquial, o que a classifica como uma boa espécie filtradora de plâncton. É micrófaga por natureza, porém em presença de excesso de alimento comporta-se como onívora. Tem rápido crescimento podendo atingir 5 kg ou mais. É de grande rusticidade, fácil manejo e carne de ótima qualidade. É um peixe de águas quentes, preferindo as temperaturas entre 21 e 35 °C; só se reproduz nessa faixa, embora tolere temperatura até 15 °C ou superior a 35 °C. Em temperaturas inferiores (11 °C), não sobrevive por muito tempo. Não é exigente quanto ao oxigênio e suporta águas salobras. (BIATO, 2005).

Esta espécie se destaca das demais por apresentar um crescimento rápido, reprodução mais tardia (permitindo alcançar tamanhos maiores antes da primeira reprodução) e alta prolificidade. Este gênero apresenta uma grande habilidade em filtrar as partículas do plâncton. Assim, quando cultivada em viveiros de águas verdes, supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápias. Segundo Kubitzka (2000), são reconhecidas mais de 70 espécies de tilápias. No entanto, a que conquistou maior destaque na aquicultura mundial foi a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esta espécie é a mais cultivada mundialmente de águas verdes, supera em crescimento e conversão alimentar as demais espécies de tilápias quando aclimatadas a temperatura de 15 a 35 °C. As temperaturas mínimas letais variam de 8 a 13 °C e a temperatura máxima letal pode variar de 38 a 44 °C. Apresenta crescimento tolerado em águas com 10 a 12 g NaCl/L. Com aproximadamente 57% da porção comestível, é atualmente, a espécie de maior volume de produção da piscicultura, com fácil e estável aceitação por parte do consumidor, inclusive vem possibilidades de comercialização nos Estados Unidos na forma de filés resfriados e congelados com preço de mercado competitivo. Sua introdução na aquicultura nacional apresenta-se bastante promissora, além de ser a espécie mais difundida e recomendada para criação intensiva em tanques e açudes (BARD, 1980; CASTAGNOLLI, 1992a).

Para criação em cativeiro, é desejável que se tenham populações de tilápias somente com machos, pois estes crescem mais rápidos e alcançam peso maior que o das fêmeas. A partir de 60 g de peso vivo unitário, as fêmeas diminuem seu crescimento devido ao deslocamento de energia para atividades reprodutivas, o que não é desejável em criações comerciais. Machos criados apresentam melhores índices de produção, com taxa de crescimento de 2,4 vezes maior do que a das fêmeas e melhores índices de conversão alimentar (COCHE, 1982). Por essas vantagens têm-se como objetivo obter populações monossexo de machos, e para isso é realizada a reversão sexual da tilápia do Nilo. Esse método visa a transformação de fêmeas em machos fenotípicos através do uso de hormônios masculinizantes nas rações das larvas (AFONSO et al., 1993; POPMA e LOVSHIN, 1996; LOVSHIN, 1997).

As tilápias têm a característica de utilizar eficientemente alimentos de origem vegetal, devido a adaptações morfológicas e fisiológicas, tais como, dentes faríngeanos, pH estomacal ácido (≤ 2) e intestino longo (no mínimo seis vezes o tamanho do peixe) (POPMA e MASSER, 1999; MAINA et al., 2002).

A primeira espécie de tilápia introduzida no Brasil foi a tilápia-do-congo (*Tilápia rendalli*), introduzida em São Paulo/SP em 1953. Em 1971 foram importadas pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e a de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*) e introduzidas no nordeste brasileiro. O estoque de tilápia do Nilo está distribuído no Brasil e dentre as várias espécies utilizadas na piscicultura, esta tem sido a mais cultivada, estendendo-se do norte ao sul do país (LOVSHIN, 2000b; CONTE, 2002).



Figura 1 - Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).
Fonte: FAO (2006)

3.7.1 A tilápia no cenário mundial

Dentre as três espécies (tilápia, salmão e camarão) a mais importada pelos EUA, e que tem apresentado as maiores taxas de crescimento nos últimos anos é a tilápia. O valor das importações de filés frescos em 2005 cresceu 20% em relação a 2004. A expectativa é de que passe também a constar na pauta de exportação dos Estados nos próximos anos, face ao potencial de produção mais infra-estrutura de portos e aeroportos (SCORVO FILHO, 2006).

A Tabela 1 apresenta o aumento das exportações de filés frescos de tilápias para os Estados Unidos.

Tabela 1 – Importação dos EUA de filés frescos de tilápia (US\$ milhões)

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Equador	25.3	37.4	47.3	65.7	74.8	79.3
Honduras	6.6	9.7	19.1	65.7	26.6	45.6
Costa Rica	15.5	18.7	21.1	18.8	26.9	24.9
Brasil	-	-	0.7	1,2	2	6.6
Outros	3.4	4.4	5.7	1.2	4.4	5.9
Total	51	70	94	118	135	162

Fonte: TORRES, 2006b.

As estatísticas comprovam um surto no desenvolvimento da tilapicultura, tanto que esta espécie já é considerada o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, superado apenas pelas carpas, ocupando posição destacada entre as espécies de água doce cultivadas. Em 1990, a produção mundial de tilápia foi estimada em 855 mil t anuais, sendo que 390 mil t foram oriundas de cultivo (45%). A FAO relatou um aumento na produção de tilápias para 1,1 milhão t em 1994, ou seja, um incremento de 245 mil t (28%), atribuído exclusivamente à aquicultura (KUBITZA, 2000). De acordo com Igarashi (2003), os países asiáticos foram responsáveis pela produção de 700.400 t tilápia, das quais 56,3% foram produzidas pela China. Na Tabela 2 são listados os principais produtores mundiais de tilápia.

Tabela 2 – Estimativa da produção de tilápia cultivada em diferentes países

Países	Produção (t)	(%)
China	310.600	39,1
Filipinas	91.000	11,4
Taiwan	90.000	11,3
México	81.500	10,2
Indonésia	78.400	9,8
Tailândia	44.000	5,6
Brasil	30.000	3,8
Egito	27.000	3,4
Colômbia	16.000	2,0
Estados Unidos	8.170	1,0
Israel	5.700	0,7
Jamaica	5.000	0,6
Costa Rica	5.000	0,6
Equador	3.000	0,4
Total	795.370	100

Fonte: TORRES, 2006b.

3.7.2 Potencial da tilápia no Brasil

O Brasil está localizado entre os dez maiores produtores de tilápia, de acordo com estatísticas colhidas pela FAO em 2004. O país poderá se classificar entre os maiores produtores mundiais. Para absorver uma fatia do mercado internacional, é preciso que a tilápia brasileira tenha preço e qualidade competitivos, comparados aos países asiáticos e latinos americanos (KUBITZA, 2000; TORRES, 2006a).

Segundo Kubitza (2000), o Brasil ainda necessita da padronização da qualidade do produto e de um maior volume de produção, pois o que existe atualmente está pulverizado entre um grande número de pequenos produtores. Para

se pensar em uma indústria competitiva de tilápia, tanto no mercado interno como na exportação, os empresários do setor precisam modernizar seu gerenciamento, controlar os aspectos financeiros e aperfeiçoar o uso dos recursos de produção. Também é necessário um melhor planejamento na escolha do local e na definição das estratégias de produção mais adequadas para produzi-la a preço competitivo comparado ao de outros peixes e carnes disponíveis no mercado.

O Paraná é o estado brasileiro que mais produz. No entanto no período de inverno, as baixas temperaturas comprometem a produtividade e colocam em risco os estoques, onerando demasiadamente a produção. São Paulo e Santa Catarina vêm logo em seguida e apresentam as mesmas limitações. Por outro lado é imenso o potencial para a sua industrialização em alguns estados brasileiros, como Alagoas, Sergipe, Ceará, Goiás e região norte do Mato Grosso do Sul. Nestas regiões de temperaturas adequadas para a reprodução e desenvolvimento o ano inteiro, ela pode ser produzida a um baixo custo e, para isto é necessário explorar as suas habilidades em aproveitar alimentos naturais e adotar estratégias adequadas de manejo nutricional e alimentar nas diferentes fases do cultivo. O uso de sistemas que combinem o aproveitamento do alimento natural disponível com rações granuladas suplementares deverá ser o caminho para a produção anual contínua de tilápias com qualidade, a um custo inigualável, em volumes suficientes para o mercado interno e externo (KUBITZA, 2000).

Em 2002, estimativas mostravam que 100 mil piscicultores nacionais ocupavam 48 mil hectares para o cultivo exclusivo de tilápia. Neste mesmo ano, a produção de pescados no País foi de 158,025 mil t, sendo a tilápia a terceira espécie mais produzida, com 42 mil t (PACHECO, 2004).

Segundo dados divulgados pela Associação Brasileira de Processamento de Tilápia – AB/Tilápia, os filés frescos de peixes exportados aos Estados Unidos e Canadá devem render 15 milhões até o final de 2006, com um volume de 2,1 mil t. As importações pelos Estados Unidos triplicaram o crescimento nos embarques brasileiros: de 100 t em 2002 para 303 t em 2004, o equivalente a 2 milhões. A AB - Tilápia estima ainda que, informalmente, o País produziu 130 mil t em 2005. Este desempenho coloca o Brasil em quarto lugar entre os exportadores do produto (TORRES, 2006a).

A fase industrial da piscicultura brasileira está apenas no início, porém já abrem boas perspectivas de mercado na cadeia produtiva do pescado cultivado. A

industrialização deverá se concentrar sobre um número reduzido de espécies e exigirá uma maior profissionalização dos produtores no sentido de fornecer pescado com qualidade e a preço competitivo. A tilápia, sem dúvida alguma será o carro chefe desta indústria por reunir características zootécnicas extremamente favoráveis ao cultivo e uma incontestável qualidade de carne e aceitação no mercado. Tilápias inteiras, ou na forma de filé fresco ou congelado são cada vez mais freqüentes nos supermercados. Nos pesque-pague o consumo de filés e “iscas” é cada vez maior. Restaurantes finos já incluem o filé de tilápia no cardápio, geralmente com um nome fantasia, como estratégia de marketing junto ao consumidor (KUBITZA, 2000).

Em longo prazo, em 2010, nas projeções nacionais a produção brasileira de tilápias poderá ultrapassar 420.000 t/ano, com uma área cultivada de cerca de 50.790 ha, atingir uma produtividade média de 8,28 t/ha/ano e gerar, só ao nível de produtor, receitas da ordem de US\$ 247 milhões. O número de produtores deverá ficar em torno de 43.000 e o número de empregos gerados pela atividade deverá saltar para 152.300. Assim sendo, a relação entre empregos gerados por propriedade subiria para 3,5, o que seria mais um indicativo do fortalecimento e do desenvolvimento da cadeia produtiva como um todo (TORRES, 2006b).

3.7.3 Processamento da tilápia

O valor agregado em alimentos oriundos da piscicultura, não deve necessariamente estar vinculado à elaboração de produtos sofisticados, e sim prioritariamente à qualidade intrínseca do pescado ou matéria-prima utilizada. O investindo em qualidade, é considerado o grande diferencial de um produto ou marca. A tilápia propicia um alto nível de controle de qualidade relacionado com o seu processamento, pois os intervalos de tempo entre a despesca e o recebimento na indústria são relativamente curtos (SCORVO FILHO, 2006).

A tilápia tem sido rotulada como um “pescado de carne branca” apresentando as características típicas dos peixes preferidos pela maioria dos consumidores, tais como; facilidade de filetagem, carne de textura firme, odor agradável, sabor delicado, isenção de espinhas em forma de “Y” (mioceptos). As operações de pré e pós-despesca devem ser conduzidas de maneira a reduzir os fatores e as condições que desencadeiam a rápida decomposição dos peixes eliminando as características que levam à baixa aceitação para o consumo. A ocorrência de odores e sabores estranhos em algumas espécies de peixes de água doce tem sido associada a presença de geosmina (MINOZZO, 2005).

Ainda, considerando a necessidade da manutenção da qualidade do pescado há necessidade de um processo de depuração dos exemplares em água corrente e com alta vazão. Nesta operação os peixes (vivos), em função da quarentena, são submetidos a uma “limpeza” interna (trato digestivo). Os peixes na maioria das vezes são submetidos a uma permanência de 12 a 24 h no banho de depuração. Peixes planctófagos e/ou detritívoros como as tilápias e outras espécies como a carpa comum (*Cyprinus carpio*), o piauçú (*Leporinus* sp.) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) devem ser mantidos em tanques com água tratada durante o jejum (MINOZZO, 2005).

3.7.4 Composição química da tilápia

O conhecimento da composição química do pescado *in natura*, além do aspecto nutricional é importante a sua relação com o processo tecnológico envolvido. O músculo do pescado contém entre 60 e 85% de umidade, 20% proteínas, 1 a 2% cinzas e 0,6 a 3,6% lipídios, sendo que este último componente apresenta uma variação mais significativa em vista do tipo de músculo (a carne dorsal apresenta menor quantidade lipídica do que a carne abdominal), espécie, sexo, idade, época de captura, *habitat* e dieta consumida (VISENTAINER et al., 2003).

O peixe magro apresenta um alto teor de umidade, podendo chegar a 83%, ao contrário do gorduroso, que pode atingir um máximo de 58%, mantendo este teor de lipídios concentrado nos músculos claros e na zona caudal (ALBUQUERQUE et al., 2004).

Segundo Sales (1995), a composição química da tilápia-do-Nilo, apresenta variações nos teores de cinzas (0,7 – 3,1%) e nos teores de proteínas, sendo que quase todas as espécies apresentam valores bastante diferenciados para este componente (14,3 a 21,1%). A tilápia-do-Nilo pode ser considerada como peixe magro com alto teor protéico.

Albuquerque et al. (2004) encontraram na porção muscular da tilápia-do-Nilo, teores de umidade (81,05%), cinzas (1,14%), gordura (1,98%) e proteínas (16,52%).

3.8 Deterioração do pescado

O pescado é um alimento de fácil deterioração, muito suscetível à autólise, à oxidação de gorduras. O processo de deterioração é de natureza complexa e envolve três mecanismos diferentes e interligados: ação enzimática, ação bacteriana e reações químicas entre os componentes e o meio (VEISETH et al., 2006).

O grau de alteração no transcorrer do processo de deterioração está intimamente vinculado a diversos fatores como: espécie, estágio de maturação, sazonalidade, microbiota presente no habitat natural, condições de captura, manipulação, processamento e comercialização (TRENZADO, CARRICK e POTTINGER, 2003).

Os peixes ao serem retirados do seu habitat natural morrem por asfixia, causado pela interrupção do fornecimento de oxigênio. O excessivo acúmulo de metabólitos, não oxidados no sangue e nos músculos paralisam o sistema metabólico, ocasionando a hiperemia e a liberação de muco, caracterizando o *pré-rigor*, com período que varia de 1 a 2 h. Nesta fase o glicogênio é utilizado como fonte de energia e a ATP (adenosina trifosfato) combinada com a miosina impede a formação do complexo actomiosina, mantendo a carne com pH 7. A ATP é desfosforilada e passa a ADP (adenosina difosfato), liberando energia, resintetizado enquanto houver glicogênio disponível. A ADP com uma nova desfosforilação passa a AMP (adenosina monofosfato) que desamina a IMP (inosina monofosfato). Esgotado o conteúdo de glicogênio, a miosina combinada com a ATP é liberada, ocorre à formação de ácido láctico a partir da degradação do glicogênio, distinguindo-se aí a passagem do estado de pré-rigor para a fase do *rigor-mortis*, que pode durar de 2 a 18 h. O estresse elevado do peixe ocasiona um consumo elevado de glicogênio, restando pouca quantidade para ser utilizado como fonte de energia nesta fase. Portanto, o *rigor-mortis* é definido como a perda da elasticidade e extensibilidade dos músculos, como resultado da alteração dos ciclos de contração e relaxamento muscular (MACHADO, 2002; OLSSON, OLSEN e OFSTAD, 2003; STIEN, SUONTAMA e KIESSLING, 2006).

Após a morte do peixe ocorrem alterações físicas, químicas e biológicas em seu corpo que, se não forem interrompidas, o levam a um estado de deterioração que inclui a liberação do muco, ao *rigor-mortis*, autólise e a decomposição bacteriana. Tal processo permanece ativo, uma vez que os sistemas enzimáticos não cessam após a morte e, se houver substratos e cofatores suficientes, continuarão a produzir metabólitos que se acumularão no decorrer da armazenagem (SKJERVOLD et al., 2001). A velocidade destas reações pode ser reduzida grandemente com a refrigeração (0 °C) através do gelo, ou inibida por longos períodos através do congelamento (- 18 °C). As reações *post-mortem* podem ser classificadas, de acordo com os efeitos que causam, como: modificações das propriedades físicas associadas aos músculos, degradação dos carboidratos (consumo do glicogênio), degradação dos

nucleotídeos (degradação do ATP) e alterações das proteínas no sentido da desnaturação e autólise (ROTH, MOELLER e SLINDE, 2006).

De acordo com RØra et al. (2004), entre os alimentos cárneos, o pescado é o que mais rápido se decompõe devido a sua constituição reduzida de tecido conjuntivo, como também, características associadas ao pH muscular, próximo ao neutro e, que, após a morte evolui para a faixa alcalina acelerando a deterioração.

Dois processos contribuem para a putrefação precoce do pescado sendo o primeiro de natureza bioquímica, conhecido por autólise ou autodigestão, que é ocasionada pela ação das enzimas tissulares, oriundas do próprio músculo. Entretanto, o principal agente causador da putrefação são as bactérias que se encontram no muco (exterior a pele), nas brânquias e no sistema intestinal (ROSENVOLD et al., 2003).

As bases voláteis totais (BVT) compreendem compostos como amônia, trimetilamina e dimetilamina, com nitrogênio na molécula. No início do processo de degradação, a base volátil mais representativa é a amônia, originária dos produtos da desaminação dos derivados da ATP. Posteriormente, a amônia proveniente da degradação de outros compostos nitrogenados, a exemplos de aminoácidos, juntamente com a trimetilamina (TMA) formada a partir do óxido de trimetilamina, passam a fazer parte, como agentes de degradação do músculo do pescado (SALEM et al., 2004).

Durante a refrigeração com gelo, as BVT são produzidas com maior velocidade pelas bactérias aeróbias, porém, em períodos prolongados, as anaeróbias facultativas assumem a importância na deterioração. A necessidade de simplificar o estudo da composição muscular tem levado a considerar a avaliação do nitrogênio total em dois grupos: compostos nitrogenados protéicos totais (NPT) e não-protéicos (NNP) (ROTH, MOELLER, SLINDE, 2004).

Oetterer (1999a) relatou que, devido à presença de proteínas de alto valor biológico, associados a sua atividade de água, o músculo do pescado está propício ao desenvolvimento microbiano, assim como a existência de substâncias nitrogenadas livres que favorecem a deterioração.

O pescado fresco é normalmente considerado um alimento seguro, embora possa ser um veículo importante associado às intoxicações alimentares de origem bacteriana (LINES et al., 2003).

Os produtos marinhos, após a morte, perdem a proteção natural à invasão de bactérias e enzimas. As enzimas proteolíticas, liberadas pelos lisossomos, começam ainda no início do *rigor mortis* a atacar as proteínas estruturais, interferindo na textura do músculo. Logo após a morte, os sucos gástricos de natureza ácida atuam na parede intestinal atingindo a região muscular, causando a decomposição dos tecidos e facilitando assim a ação dos microrganismos (PARISI et al., 2002).

A autólise desses produtos é provocada pela ação das enzimas do suco digestivo, da pele e dos tecidos juntamente com as bactérias, que começam a agir simultaneamente. O desenvolvimento bacteriano é um dos principais fatores que levam à deterioração (MINOZZO, 2005).

Soccol (2002), pesquisando o frescor de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) capturadas em açudes do Nordeste, estabeleceu para tilápias inteiras, 12 dias o limite de vida útil e 21 dias para as evisceradas, ambas mantidas sob refrigeração em gelo a 1 °C.

3.9 Microrganismos deterioradores do pescado

A decomposição do pescado também é causada por bactérias. Para que ocorra a multiplicação, é necessário que no meio se encontrem elementos nutritivos e condições favoráveis aos microorganismos como: presença de oxigênio, umidade e temperatura adequada (CARDOSO, BORGES ANDRÉ e SERAFINI, 2003).

Entre as bactérias que concorrem para a degradação do pescado, estão incluídas as *Pseudomas*, *Bacillus* e *Micrococcus*. Além destas, podem ser encontradas outras bactérias, como os coliformes, *Salmonella* e *Staphylococcus* coagulase positiva. A presença destes microorganismos está relacionada com a qualidade da matéria-prima, com os cuidados higiênicos dos manipuladores e das instalações industriais (OETTERER, 2002b).

Com relação a *Staphylococcus* sp., a faixa de multiplicação situa-se entre 6,5 e 45 °C, sendo a ótima entre 30 e 37 °C. A faixa de pH para desenvolvimento é entre 4,2 e 9,3, com ótimo entre 7 e 7,5 (OGAWA E MAIA, 1999).

Os indivíduos portadores assintomáticos constituem a principal via de contaminação nos alimentos, sendo que estes microrganismos se encontram nas mucosas nasais e superfícies da pele. (POLI et al., 2002).

O indicador microbiológico de contaminação fecal mais empregado é o grupo dos coliformes. São bactérias Gram-negativas, não esporuladas, com forma de bastonetes, e que fermentam a lactose com formação de gás a 35 °C. *Escherichia coli* é o indicador clássico da possível presença de microrganismos patogênicos entéricos na água, nos moluscos, em produtos lácteos e outros alimentos. *Escherichia coli* é um microrganismo cujo habitat natural é o trato entérico dos animais de sangue quente (SILVA, 1997; OGAWA e MAIA, 1999).

As *Salmonellas* apresentam crescimento numa faixa ampla de temperatura entre 5,2 e 46,2 °C, com o ótimo a 37 °C e, possui propriedades piscitróficas, com capacidade de crescer em alimentos armazenados entre 2 e 4 °C (D'AOUST, 1997). A sua presença possui caráter qualitativo e não quantitativo (SILVA, 1997). É um dos microrganismos mais freqüentes envolvidos em casos de surtos associados a doenças de origem alimentar, em diversos países, inclusive no Brasil. Na Inglaterra e países vizinhos, 90% dos casos das enfermidades transmitidas pelos alimentos (ETAs) são causadas por *Salmonella*. Estatísticas americanas, canadenses e japonesas indicam que os relatos da ocorrência de salmonelose de origem alimentar aumentam a cada ano (EVANGELISTA-BARRETO e VIEIRA, 2002).

4 *Pseudomonas*

Levando em consideração o aumento do risco de surgimento de doenças em pisciculturas intensivas, as bactérias do gênero *Pseudomonas* têm assumido, nos últimos anos, uma maior importância nos diagnósticos de doenças de peixes, muitas vezes aparecendo como agente primário causador de lesões ulcerativas e septicemia hemorrágica em peixes de água doce acarretando perdas na produção e na qualidade do pescado (TRYFINOPOULOU, DROSINOS e NYCHAS, 2001; LÓPEZ-ROMALDE et al., 2003).

Algumas espécies de têm sido associadas a doenças em seres humanos, sendo classificadas como patogênicas veiculadas pela água e por alimentos contaminados, de interesse emergente para a saúde pública (AL-MARZOUK, 1999). A *pseudomonas* sp. foi isolada a partir de vários alimentos, como o leite e seus derivados, carcaças de frangos, vegetais, pescado e diversos ambientes hospitalares (LÓPEZ-ROMALDE, 2003).

Estes microrganismos compreendem um grande número de espécies cem de bacilos Gram-negativo normalmente diferenciados por meio de provas bioquímicas, testes de sensibilidade a antibióticos. Os membros deste gênero são os

microrganismos freqüentemente mais isolados em corpos aquáticos. Entretanto, sua presença não necessariamente indica possível risco à saúde pública. No entanto, *Pseudomonas aeruginosa* tem sido utilizadas na análise de águas recreacionais, devido sua resistência à desinfecção química (BARRETO, 2006).

As pseudomonas são bactérias comuns do solo e da água, capazes de contaminar e deteriorar alimentos ricos em proteínas. São bastonetes curtos, Gram - negativos, possuem motilidade através de flagelos polares, não formam esporos, são microrganismos aeróbios restritos e, geralmente produzem pigmentos solúveis em água que apresentam fluorescência sob luz ultravioleta, como o corante piomelanina (castanho) e piorrubina (vermelho). Outra característica destacável é a formação, em meios de culturas líquido e sólido, de uma camada de aspecto mucóide denominada “slime“, importante na formação de biofilmes. Algumas espécies são importantes agentes de doenças, como a *P. maltophilia*, *P. syringae*, *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. cocovenenans*. Quanto a propriedade fisiológica, é classificada como uma bactéria aeróbica, podendo crescer anaerobicamente na presença de nitrato, sendo então usado como aceptor final de elétron. Estas bactérias possuem uma faixa muito ampla de compostos orgânicos diferentes que podem utilizar como fontes de carbono e energia. Dentre esses compostos estão os álcoois, ácidos, aminoácidos, carboidratos e compostos cíclicos. Algumas espécies apresentam temperatura ótima de crescimento entre 20 e 25 °C (faixa para psicrófilas) e, a 55 °C são destruídas (ALTINOK, KAYIS e CAPKIN, 2006).

Geralmente metabolizam as hexoses (carboidratos) através da via ENTNER-DOUDOROFF - ED, a qual é bem difundida entre as bactérias, principalmente as Gram - negativas, e raramente ou inexistente entre os microrganismos anaeróbios. Esta via (ED) é de grande importância quando o microrganismo está se desenvolvendo em um meio rico em gluconato (AL-HARBI e UDDIN, 2004; HIRSCH et al., 2006).

As *Pseudomonas* são importantes na deterioração de alimentos e predominantes em peixes estocados a temperatura de refrigeração (- 4 °C). São psicrófilas e capazes de metabolizar a maioria dos aminoácidos presente no pescado para produzir compostos sulfurados (metil-mercaptanas, dimetil-sulfitos, dimetil-sulfetos). No início do processo de conservação, a partir do peixe fresco, há predominância da microbiota caracterizada como *Flavobacteria*. Durante a refrigeração, as *Pseudomonas* crescem facilmente e após 9 -10 dias de estocagem, 60 a 90% da população é constituída por *Pseudomonas*. Em peixe fresco *P. fragi* se

encontra em baixa porcentagem, porém, com 12 a 15 dias de estocagem esta espécie é responsável por 20-50% do total da microbiota contaminante (HIRSCH et al., 2006).

As *Pseudomonas* são um dos gêneros predominantes em carnes de aves, ao lado de *Flavobacterium* e *Micrococcus*. Após a refrigeração, 90 a 95% da microbiota é de *Pseudomonas*. De acordo com trabalhos de pesquisas desenvolvidos por Gran et al. (2003), recortes de frango com população de *Pseudomonas* próxima a 10^8 células. g^{-1} apresentam odores característicos de deterioração. No caso do leite refrigerado, a proteólise é iniciada por *Pseudomonas*. *P. fragi* produz uma lipase termoestável que suporta a pasteurização quando presente no leite cru. Em carnes, *Pseudomonas* e *Flavobacterium* causam limosidade e coloração esverdeada por pigmentos fluorescentes. À 10 °C, as *Pseudomonas* predominam. Em carnes desidratadas, *P. fluorescens* pode causar deteriorações e liberação de gás por desnitrificação. Associado a vegetais (tomate), *P. syringae* causa o aparecimento de pigmentos marrom escuro, afetando sua aparência para o consumo. *P. fluorescens* e *P. ovalis* produzem pigmentos fluorescentes em ovos e, sob determinadas condições de estocagem refrigerada causam a sua deterioração.

A incidência de *Pseudomonas* pode aumentar e causar problemas a peixes submetidos a determinadas dietas e com injúrias físicas decorrentes de despesca e transporte. Tanques com alta carga de material orgânico e com água de má qualidade facilitam sua ocorrência que pode aumentar nos períodos de primavera e outono (RADU, 2006). O peixe de cultivo tende a reduzir sua movimentação (meio aquático) e se posiciona nas áreas mais rasas do açude. Podem apresentar lesões no corpo e nas nadadeiras, globos oculares protuberantes de aspecto opaco e hemorrágico e fluído amarelado ou sanguinolento no intestino (KLUGMAN, 2003).

A maior lotação de peixes em tanques, juntamente com o manejo necessário para sua criação acarretam variações na qualidade da água, aumentando o número de enfermidades. O estresse decorre da captura, do transporte e do manuseio dos animais, provocando excitabilidade, elevação dos níveis plasmáticos de lactato e cortisol, tornando-os menos resistentes a infecções. Algumas bactérias, como as dos gêneros: *Aeromonas*, *Cytophaga*, *Mycobacterium* e *Pseudomonas* estão sempre presentes nos açúdes, sendo que a presença de fatores estressantes pode desencadear o aparecimento de doenças (PERZ et al., 2005)

Bouallegue et al. (2004), afirmam que peixes cultivados em açúdes estão sujeitos à contaminação bacteriana através do contato com meio ambiente, alimento,

pássaros, animais domésticos e com o próprio homem. Segundo esses autores, as bactérias ocorrem principalmente sobre a superfície (pele), brânquias, intestino e, às vezes, no fígado, baço, coração e rins. Países europeus e americanos possuem legislação específica que torna obrigatória a declaração de certas doenças, principalmente as que causam problemas infecto-contagiosos nos peixes. No Brasil, existem poucos dados referentes à identificação de agentes infecciosos que possam ser encontrados em peixes nativos (SHAMA et al., 2000).

Quando presentes em número elevado, os microrganismos psicrotróficos podem causar uma variedade de alterações em produtos de pescado conservados sob refrigeração. A maioria dos organismos psicrotróficos são destruídos pelo calor. Assim, sua presença pode significar subprocessamento térmico ou contaminação pós-processamento em produtos pasteurizados; a elevação do seu número está associada a uma estocagem prolongada sob refrigeração ou manutenção inadequada da cadeia do frio. Pode, ainda, significar risco de alteração tanto para produtos processados como não processados (GRAM et al., 2002).

Bansemir et al. (2004) também descrevem que, o controle da temperatura constitui fator importante na conservação dos produtos dentro da Indústria; algumas bactérias psicrotróficas, como *Pseudomonas*, podem crescer à temperatura próxima de congelamento da água e, de acordo com Liao et al., (2003), estes microorganismos podem multiplicar-se na água e em outras substâncias pobres em nutrientes.

Segundo Kraft (1971) observou que a deterioração no pescado se tornou evidente, quando houve a formação de limo e de odor não característico. A atividade bioquímica das *Pseudomonas* também foi demonstrada através de mudanças na proteína e gordura, o que levou a formação de odores não agradáveis.

Outros pesquisadores, como Vazquez, Gonzalez e Murado (2004), mencionam que, *Pseudomonas* só crescem em meios com uma atividade de água elevada (0,97 a 0,98), os processos de conservação convencionais (pasteurização) pelo calor as destrói com facilidade, seu crescimento é reduzido com baixa disponibilidade de oxigênio, não são resistentes à dessecação e o seu crescimento é inibido a temperaturas superiores a 43 °C.

A microbiota do pescado depende da carga bacteriana presente nas águas onde vive. No muco que recobre a superfície externa do pescado são encontradas bactérias do gênero *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Sarcinia*, *Vibrio* e *Bacillus*. As bactérias existentes na superfície do pescado procedentes das

águas mais frias são, principalmente, as psicrófilas, enquanto que, o pescado procedente de águas tropicais se encontra, principalmente, as mesófilas. No pescado de água doce predomina a microbiota próprias destas águas, que incluem representantes da maioria dos gêneros que se encontram nas águas marinhas. No intestino do pescado de ambas procedências são encontradas bactérias do gênero *Pseudomonas* (JAY, 1994). A microbiota bacteriana dos peixes de águas frias é caracterizada pelo gênero psicrotrófico Gran-negativo, sendo que os Gram-positivos dominam a microbiota de peixes de águas tropicais (NAKAI, PARK, 2002).

Gil e Newton (1980) relataram que as temperaturas de refrigeração são muitas baixas para permitir o crescimento de microrganismo mesófilos, deste modo, os psicrotróficos são os microrganismos predominantes. Mesmo sob temperaturas mais elevadas, os mesófilos crescem de forma muito lenta, sendo incapazes de competir com as espécies psicrotróficas. Somente quando a temperatura começa a se aproximar do máximo para o crescimento dos psicrotróficos, cerca de 30 °C, os mesófilos começam a dominar a flora deteriorante.

Bactérias psicrotróficas são todas aquelas que conseguem crescer a 7 °C, independente de sua temperatura ótima de crescimento, entre 20 e 30 °C (INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION, 1976). Estes microrganismos podem ser do tipo bacilar, cocos ou víbrios, formadores ou não de esporos, Gram negativos e/ou positivos, aeróbios e/ou anaeróbios (SORHAUG e STEPANIAK, 1997).

Entre as bactérias Gram-negativas, destacam-se *Pseudomonas*, *Achromacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e, entre as Gram-positivas; *Clostridium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus* e *Microbacterium* (SORHAUG e STEPANIAK, 1997; ENEROTH et al., 1998; URAZ e CITAK, 1998). Estes grupos de bactérias têm, portanto, enorme importância nos alimentos mantidos em condições de refrigeração tornando-se mais sério o problema devido à extensão da cadeia do frio, desde a produção até o consumidor (FAGUNDES, 2004).

No decorrer do processo de decomposição, podem ocorrer colorações anormais no músculo do pescado. Atribui-se a *Pseudomonas fluorescens* o desenvolvimento de uma coloração amarela acinzentado. Bactérias do gênero *Sarcinia*, *Micrococcus* e *Bacillus* e alguns fungos e leveduras podem originar uma coloração vermelha ou rosada. Com relação às alterações organolépticas do pescado, os gêneros *Pseudomonas* e *Shewanella* são indicados como os principais responsáveis pela formação de trimetilamina, ésteres, substâncias voláteis reductoras e

outros compostos de aroma pronunciado. As principais espécies envolvidas são *P. fluorescens*, *P. fragi* e *Shewanella putrefaciens* (HUSS, 1995).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Tilápia

A espécie processada e avaliada foi a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em açudes instalados no interior do estado de Santa Catarina. O peixe foi acondicionada em monoblocos (20 Kg), resfriada com gelo em escamas e transportado em caminhões isotérmicos para a indústria.

5.1.2 Indústria pesqueira

Para o desenvolvimento da aplicação do programa de controle de qualidade com base no sistema APPCC foi utilizada a indústria pesqueira, Costa Sul Pescados Ltda. registrada como Entrepasto de Pescado, sob nº 253.541.263 na Secretária da Agricultura sob CNPJ nº 81.599.359/0002-00.

Localizada em Santa Catarina, na cidade de Navegantes, sob Serviço de Inspeção Federal – SIF nº 3104, ocupa uma área equivalente a 30.000 m², com 11.000 m² de construção, incluindo o setor de recepção, manipulação e estocagem do pescado. Atua a 17 anos no mercado nacional (todas as regiões) e internacional e, suas produções são exportadas para a Ásia, Europa e países latino-americanos.

A Costa Sul Pescados Ltda possui uma frota de vinte caminhões frigoríficos para transportar pescado resfriado (4^o C) ou congelado (- 18^o C), quarenta e cinco embarcações, quatro túneis de congelamento por ar forçado, tipo giro freezer, um cozinhador contínuo e câmaras para produtos congelados com capacidade de estocagem (- 25^o C) para 3500 t. Operando com 500 funcionários, elabora os seguintes produtos: peixe fresco inteiro e eviscerado, camarão congelado (inteiro e sem cabeça), camarão descascado (IQF, bloco, cozido IQF), peixe congelado IQF (inteiro, eviscerado, postas, filés) e em blocos (filés), polvo congelado (inteiro), lula congelada (inteira e em anéis), marisco descascado congelado, carne de siri congelada, ovas de peixe congeladas e produtos empanados congelados.

São manipulados diariamente 50 t pescado, entre peixes, crustáceos e moluscos. Dotada de cais próprio, a empresa é responsável pela recepção e processamento de toda a matéria-prima utilizada. Na descarga, o pescado é inspecionado pelo SIF, lavado e classificado visando seu posterior processamento em função da qualidade, tamanho e espécie. Cerca de 100.000 kg de gelo são produzidos

diariamente em equipamentos próprios, para suprir a demanda interna e o abastecimento de barcos pesqueiros.

5.2 Metodologia

5.2.1 Avaliação da matéria-prima

As amostragens para as avaliações microbiológicas foram executadas a partir do peixe inteiro resfriado com gelo, quando do recebimento na indústria. Posteriormente, à medida que o processamento se desenvolvia, foram avaliadas as amostras do filé resfriado e posteriormente dos filés congelados IQF, acondicionados em sacos de polietileno e em bandejas de poliestireno revestidas com filme plástico composto de etileno-álcool-vinílico – EVOH com espessura de 6,92 μm e taxa de permeabilidade ao O_2 (TPO_2) de 28,18 $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ a 23 °C, 80%UR e 1atm de pressão, ambos com capacidade para 500 g.

A tilápia, utilizada como matéria-prima, e o produto final (*in natura*, filés resfriados a 3 °C e congelados a -25 °C na modalidade IQF) foram avaliados em função das seguintes análises:

5.2.1.1 Determinação do pH

Para a determinação do pH foram utilizadas amostras com 10 g de músculo e homogeneizadas com água destilada (10 mL). O pH foi medido potenciométricamente (pH - meter SHOTT GERATE Mod. CG 818) (AOAC, 1995).

5.2.1.2 Determinação da composição química

A determinação da composição química da matéria - prima foi realizada segundo técnicas da AOAC (1995), foi utilizada para a determinação de proteínas, lipídios, umidade e cinzas.

5.2.1.3 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos

A contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos foi realizada pelo método do plaqueamento em profundidade em Plate Count Agar. Após a inoculação e solidificação do meio, as placas foram invertidas e incubadas a 37 °C por 48 horas.

5.2.1.4 Avaliação de coliformes totais e a 45 °C

Para a determinação de coliformes totais e coliformes a 45 °C foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP). Para o teste confirmativo foi utilizado o meio seletivo Caldo Verde Brilhante (coliformes totais) e Caldo EC (coliformes a 45 °C) com incubação a 37 °C (48 h) e 45 °C (24 h), respectivamente (APHA, 1992).

5.2.1.5 Enumeração de *Staphylococcus coagulase positiva*

Na enumeração de *Staphylococcus coagulase positiva* foi utilizado como meio seletivo o Baird - Parker Agar. O meio combina o telurito de potássio (0,01%), glicina (1,2%) e o cloreto de lítio (0,5%), como agentes seletivos e, a redução do telurito e a hidrólise da gema de ovo, como características diferenciais. A enumeração foi determinada por plaqueamento direto com espalhamento do inóculo com o auxílio da alça de Drigalsky, inversão e incubação das placas a 37 °C por 48 h. Foram enumeradas todas as colônias de *Staphylococcus* presuntivas (típicas e atípicas). Posteriormente, seis colônias características foram repicadas no caldo de enriquecimento Brain Heart Infusion - BHI. O meio foi incubado a 37 °C por 24 horas. A confirmação das colônias típicas foi bioquimicamente comprovada através da produção de coagulase com plasma de coelho (incubação a 37 por 1 a 4 h), DNase termorresistente (100 °C/15 min) e presença da catalase pelo desdobramento do peróxido de hidrogênio. O cálculo dos resultados considerou como culturas características, aquelas que apresentaram reações positivas para coagulase, termonuclease e catalase (APHA, 1992).

5.2.1.6 Detecção de *Salmonella* sp.

Para a detecção de *Salmonella* foi realizado um pré - enriquecimento de 25 g da amostra com 225 mL de Lactose Broth. O meio inoculado foi incubado a 37 °C por 24 h. A seguir, foi realizado o enriquecimento seletivo em Tetrathionate Enrichment Broth. Os meios foram incubados a 42 °C por 24 h. A partir do enriquecimento seletivo foram feitas estrias com o auxílio de alça de Henly no meio Hektoen Enteric Agar (incubação a 37 °C por 24 h) para posterior confirmação bioquímica (APHA, 1992).

5.2.1.7 Enumeração de *Pseudomonas* sp.

Na enumeração de *Pseudomonas spp.* foi utilizado o meio de cultura *Pseudomonas* Agar Base através de uma incubação a 30 °C por 48 h. Ao fim desse período, foram feitas as leituras dos resultados obtidos (KONEMANN et al., 2001).

5.3 Aplicação do sistema APPCC

Anteriormente à aplicação do programa APCC, foram estabelecidos procedimentos que, segundo o SENAI (2000), foram essenciais para a avaliação do sistema. Estas etapas são descritas a seguir;

5.3.1 Etapas preliminares

5.3.1.1 Comprometimento com a execução do programa

Através de um prévio contato com as pessoas encarregadas pela produção e controle de qualidade, foram explicitados os objetivos do trabalho, seus resultados e benefícios que obteriam através da manutenção da qualidade da matéria-prima e seu processamento, associado a melhoria da qualidade e segurança alimentar para aqueles produtos que dela se originassem. Assim que, procurou-se definir e preconizar as seguintes medidas para o desenvolvimento do programa, ou sejam:

- Aos responsáveis, foi transmitida a necessidade de que o sucesso do programa só se concretizaria se houvesse um comprometimento de toda uma equipe, abrangendo desde o simples funcionário lotado na linha de produção até o representante pela direção da empresa;

- A definição da formação de uma equipe executora do programa, compromissada com a qualidade e eficiência do trabalho a ser desenvolvido e, determinação de um responsável que respondesse pelas atividades envolvidas com os serviços rotineiros de controle e de vistorias, necessárias para a comprovação dos monitoramentos internos, bem como, daqueles solicitados pelo Serviço de Inspeção Federal;

- A caracterização dos possíveis custos associados com a aplicação do plano, ou seja; admissão de funcionários, que desempenhariam suas atividades nas linhas de produção através da execução de relatórios diários, consumos de material de expediente ligado aos controles, aquisição de insumos necessários para a manutenção da qualidade das instalações e processamentos, adaptação de áreas em função das seqüências operacionais modificadas em função de uma nova estratégia de programação industrial e, opcionalmente a aquisição e instalação de equipamentos alternativos que visem uma melhora de qualidade ao produto final ou aumento da produtividade.

5.3.1.2 Avaliação das instalações industriais, equipamentos e seqüências operacionais associadas ao processamento do pescado

Foi realizado de forma objetiva um diagnóstico inicial caracterizando o setor industrial, através das áreas de processamento, incluindo a recepção, manipulação, embalagem/estocagem e setor de expedição (BOGDAN e BIKLEN, 1994),. Houve uma avaliação relacionada com a área de recepção em função do tipo de matéria-prima (espécie) recebida, qualidade e freqüência de tamanho, modalidade de produção associada ao tipo de conservação pelo frio (resfriamento ou congelamento), avaliação da qualidade dos equipamentos (projeto construtivo) associada ao material utilizado na fabricação e montagem (características higiênico-sanitárias), água de consumo industrial (tipo de captação, reservatórios, linhas de distribuição e sistemas de tratamento - sanificação por cloração) e tecnologias alternativas e/ou disponíveis. Este diagnóstico foi realizado através de entrevistas individuais programadas.

Todas as informações e seus respectivos dados foram avaliados e computados, dispensando práticas específicas. Somente o processamento do pescado congelado e, particularmente, o do filé sem pele de tilápia produzida na modalidade IQF, alvo da pesquisa, foi detalhado na etapa correspondente a descrição do seu memorial descritivo e ao levantamento das operações consideradas como pontos críticos de controle relacionadas com o fluxograma em questão.

5.4 Memorial descritivo do processo de fabricação do filé congelado de tilápia

O propósito desta etapa foi servir como base para o levantamento dos perigos envolvidos em todo o processo de produção do filé congelado (sem pele) de tilápia, na modalidade IQF, conforme metodologia para a aplicação do APPCC (AZANZA e SCHLOSSER, 2002).

A metodologia utilizada para o desenvolvimento foi caracterizada da seguinte forma:

- observação visual do processamento da tilápia, desde a recepção na indústria até a obtenção do produto final (armazenado sob congelamento),

- detalhamento das operações ligadas ao fluxograma de processamento com base em formulários específicos envolvidos com a aplicação do programa de controle.

Atividades que pertenciam ou não às operações ligadas ao processamento foram avaliadas e registradas para conhecimento e possíveis medidas de ação e melhorias associadas às Boas Práticas de Fabricação.

5.5 Princípios do Programa APPCC

Segundo Forsythe (2002), os princípios fundamentais do sistema seguidos pela avaliação estão abaixo relacionados (FORSYTHE, 2002);

5.5.1 Identificação dos Pontos Críticos de Controle – PCC

Os PCC relacionam as operações caracterizadas como de risco para a segurança, e devem ser restritos ao mínimo possível. Para determinação do PCC e/ou PC foi utilizado uma árvore decisória (Anexo1), disponível na literatura e manuais sobre APPCC. Os pontos considerados como PCC foram identificados e enumerados no fluxograma.

5.5.2 Caracterização dos perigos

Foram avaliadas as fases operacionais, parte do processamento, com relação ao tipo de perigo existente, de natureza química, física ou biológica, a severidade do perigo com risco para a saúde pública, para a manutenção da integridade econômica ou associado à perda de qualidade.

Este princípio representa a base para a identificação dos PCC e PC e visa identificar perigos significativos e estabelecer medidas preventivas cabíveis. Com auxílio do histórico dos produtos, consultas bibliográficas, entre outros recursos, os perigos foram identificados, focando a atenção aos fatores de qualquer natureza, que possam representar o perigo. A matéria-prima e as operações foram avaliadas e definidas as medidas preventivas de modo a eliminar, prevenir, ou reduzir o perigo.

5.5.3 Estabelecimento dos limites críticos

Foram estabelecidos valores (máximo e/ou mínimo) que caracterizam a aceitação para cada medida preventiva a ser monitorada pelo PCC. Isto foi associado a padrões envolvidos com as Boas Práticas de Fabricação e que se referem às observações representadas por limites de segurança ou faixa de trabalho que são padrões mais rigorosos, dotados como medida para minimizar a ocorrência de desvios.

5.5.4 Estabelecimento das medidas preventivas

Para cada PCC foram estabelecidos critérios que servirão de referência para a eliminação, prevenção ou redução dos riscos de ocorrência dos perigos. A variabilidade dos critérios foi inerente ao processo e a forma de mensuração, para que os controles possam ser baseados nas condições reais de operação, tornando-se, portanto, exeqüíveis.

5.5.5 Estabelecimento das ações corretivas

As ações corretivas específicas foram desenvolvidas para cada PCC de forma a controlar um desvio nos limites críticos ou nas faixas de segurança de forma a garantir a segurança do processamento. Foram estabelecidos para os casos em que ocorrerem desvios nos limites do processo previamente definidos, a fim de determinar a disposição do produto fora do controle, corrigir a falha para assegurar-se que o PCC voltará a estar sob controle ou para manter os registros das ações, que houverem sido tomadas, sempre que se detectem desvios dos limites críticos.

5.5.6 Monitoramento

O monitoramento consistiu na utilização de testes complementares e/ou revisões dos registros para determinar se o sistema APPCC operava de forma adequada, e, se o funcionamento, conforme planejado, estava sendo conduzido de maneira efetiva e eficiente. O sistema APPCC só seria aprovado ou modificado, através da correção de critérios ou reforços de instruções, para o monitoramento dos pontos críticos de controle que se fizessem necessários.

5.5.7 Registro das atividades

Todos os documentos ou registros gerados ou utilizados como subsídios técnicos foram catalogados e arquivados. Deverão ser arquivados relatórios de todas as atividades desenvolvidas para avaliação do sistema, bem como, dados referentes à

identificação e monitoramento dos PCC, limites críticos adotados, ações corretivas e preventivas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Composição química

De acordo com Leonhardt et al. (2006), o conhecimento da composição química de um alimento, é necessário para que o seu consumo possa ser estimulado, possibilitando a competição com outras fontes protéicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves.

A Tabela 3 apresenta as variações dos teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas em amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Tabela 3 – Composição química das amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

Componentes*	Filés <i>In natura</i> (%)	Filés resfriados (%)	Filés congelados (%)
Umidade	76,78	76,63	77,21
Cinzas	1,22	1,12	1,42
Lipídios	3,97	3,54	3,08
Proteínas	18,04	18,02	17,88

* Corresponde à média de 3 repetições.

Na presente pesquisa os teores de proteínas variaram de 17,88 a 18,04% e são semelhantes aos encontrados por Biato (2000). O autor encontrou teores equivalentes a 22,88 % para a mesma espécie.

De acordo com Oetterer, Siqueira e Gryscek (2004), em estudos realizados com a tilápia do Nilo, mostraram teores de 1,09% e 78,43% respectivamente para cinzas e umidade. Os valores encontrados por estes autores estão próximos aos obtidos no presente estudo.

Segundo Contreras-Guzmán (1994), utiliza-se o teor de gordura como critério prático para comparações entre diferentes pescados. Assim, fala-se em pescado gordo quando o teor de lipídios mínimo é de 5%, pescado semi-gordo para teores entre 2,5 a 10% e, pescado magro, 2,5%. A Tabela 4 mostra teores de lipídeos para amostras de tilápia *in natura*, filé resfriado e congelado, caracterizando-os um pescado semi-gorduroso.

Estudos realizados por Leonhardt et al. (2006), com duas linhagens de tilápia (tailandesa e nilótica), apresentaram os seguintes valores relacionados com o teor de

lipídeos: 2,96% para a linhagem tailandesa (produto semi-gorduroso) e 1,88% para a nilótica (pescado magro).

Estudos realizados por Beirão et al. (2000), relacionando a composição química da parte comestível de peixes, crustáceos e moluscos, apresentaram teores de umidade que variaram entre 70 e 85%, proteínas, entre 20 e 25%, cinzas, entre 1 e 1,5% e lipídeos, entre 1 e 10%. Segundo o mesmo autor, essa composição é variável, dependendo da espécie, estado nutricional, sazonalidade, idade, parte do corpo e condições gonadais.

De acordo com Sales e Sales (1990), o conhecimento quantitativo da composição química dos músculos dos peixes é de interesse comercial e de grande importância para a formulação de uma dieta apropriada, como também na definição de procedimentos técnicos para as indústrias de processamento de pescado. É importante ressaltar que a composição química do pescado pode afetar o processamento a ser utilizado, o sabor, a textura e a estabilidade à oxidação da gordura, seja pelo aumento das cadeias insaturadas pertencentes aos ácidos graxos presentes nos pescados ou pela variação dos antioxidantes naturais.

6.2 Determinação do pH

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA Brasil (2002), estabelece limites máximos de pH de 6,5 para o músculo (interno) do pescado fresco. Com base nos resultados obtidos no trabalho, esse critério é adequado para avaliação de qualidade da tilápia na forma *in natura*, filés resfriados e congelados.

Tabela 4 - Variação do pH nas amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*) *in natura*, filés resfriados (3 °C) e congelados(-18 °C)

	Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)		
	<i>In natura</i>	Filés resfriados	Filés congelados
pH*	6,0	6,3	6,2

* corresponde a média de 3 repetições.

Para o peixe, os fenômenos de aparecimento e resolução da rigidez cadavérica são rápidos, porém, o enrijecimento *post mortem* e a queda do pH são graduais. O pH

se reduz, geralmente de 7 para 6 no pescado magro e, até 5,6 no músculo escuro do pescado gorduroso. É desejável que a conservação pelo frio se verifique o mais rápido possível e em pH reduzido, possibilitando o aumento da vida-de-prateleira (LINDEN e LORIENT, 1994).

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam um pescado em condições adequadas de conservação, com resultados inferiores àqueles apresentados no peixe deteriorado; pH superior a 6,8 (LINDEN e LORIENT, 1994).

Sales e Oliveira (1988), encontraram valores para pH do músculo de tilápia eviscerada e conservada sob refrigeração em gelo (0 °C) que variaram de 6,7 a 7,1 do primeiro dia ao vigésimo dia de estocagem, sendo que, a elevação do pH no músculo pode ser resultante da autólise e posterior contaminação bacteriana.

6.3 Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas visando à avaliação das condições higiênico-sanitárias, assim como, os procedimentos relacionados ao processamento do filé congelado de tilápia. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, através da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC, nº 12, de 02/01/2001, a qual consta o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, estão definidos os seguintes parâmetros para pescado *in natura* e processado (resfriado e congelado): *Salmonella* sp., ausência em 25g de amostra; *Staphylococcus* coagulase positiva, máximo 10³/g e NMP coliformes a 45 °C, máximo 10³/g. Os resultados da avaliação microbiológica das amostras de tilápia *in natura* conservadas sob refrigeração (3 °C), encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Avaliação microbiológica das amostras de tilápia (*Oreochromis niloticus*) *in natura* refrigerada a 3 °C

Amostras	Microrganismos aeróbios mesófilos (UFC.g ⁻¹)	Coliformes a 45 °C (NMP.g ⁻¹)	Coliformes totais (NMP.g ⁻¹)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (25g)
A ₁	40	1,2 x 10 ²	1,3	< 10 ³	Ausência
A ₂	58	1,5 x 10 ²	1,6 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₃	62	1,0 x 10 ²	2,0x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₄	46	1,2 x 10 ²	1,0 x 10 ²	< 10 ²	Ausência
A ₅	30	1,2 x 10 ²	1,1 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₆	1,2 x 10 ²	1,0 x 10 ²	1,3 x 10 ²	< 10 ³	Ausência

Na Tabela 6 são apresentados os resultados das avaliações microbiológicas das amostras de filés refrigerados (3 °C) de tilápia.

Tabela 6 – Avaliação microbiológica das amostras de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) refrigerados (3 °C)

Amostras	Microrganismos aeróbios mesófilos (UFC.g ⁻¹)	Coliformes a 45 °C (NMP.g ⁻¹)	Coliformes totais (NMP.g ⁻¹)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (25g)
A ₁	3,0 x 10 ²	1,2 x 10 ²	< 3	< 10 ³	Ausência
A ₂	1,2 x 10 ²	1,5 x 10 ²	1,2 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₃	3,2 x 10 ²	1,0 x 10 ²	1,3 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₄	2,5 x 10 ²	1,2 x 10 ²	1,1 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₅	1,7 x 10 ³	1,2 x 10 ²	1,2 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₆	1,4 x 10 ³	1,0 x 10 ²	2,0 x 10 ²	< 10 ³	Ausência

Na Tabela 7, são apresentados os resultados das avaliações microbiológicas das amostras de filés congelados (-18 °C) na modalidade IQF.

Tabela 7 – Avaliação microbiológica das amostras de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) congelados (-18 °C)

Amostras	Microrganismos aeróbios mesófilos (UFC.g ⁻¹)	Coliformes a 45 °C (NMP.g ⁻¹)	Coliformes totais (NMP.g ⁻¹)	<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> sp. (25g)
A ₁	3,2 x 10 ³	3,2 x 10 ²	2,2 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₂	2,2 x 10 ³	1,5 x 10 ²	2,5 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₃	1,8 x 10 ³	1,3 x 10 ²	1,0 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₄	2,6 x 10 ³	1,2 x 10 ²	1,3 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₅	2,7 x 10 ³	2,2 x 10 ²	1,2 x 10 ²	< 10 ³	Ausência
A ₆	3,4 x 10 ³	1,2 x 10 ²	1,0 x 10 ²	< 10 ³	Ausência

Conforme verificado, todos os resultados obtidos para coliformes totais e a 45 °C, *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. no pescado *in natura*, filés resfriados e congelados, estão abaixo do limite máximo de aceitação para consumo, estabelecido pela RDC nº 12/ANVISA (Tabela 5, 6 e 7). Os resultados obtidos no presente trabalho são satisfatórios, apresentando-se dentro dos padrões

estabelecidos pela legislação vigente, sugerindo que o pescado encontra-se apropriado para o consumo humano.

A Legislação Brasileira (BRASIL, 1997) não prevê limites para a contagem em placas de bactérias aeróbias mesófilas em pescado. Sendo assim, os valores encontrados não podem ser comparados a um padrão. Talvez, na Legislação Brasileira, não se tenha estabelecido um limite para este grupo de microrganismos porque muitas vezes os resultados encontrados são inconsistentes. Segundo Agnese (2001), em estudos realizados com filés de peixe, relatou que valores de microrganismos aeróbios mesófilos superiores a 10^6 UFC.g⁻¹ de pescado, são considerados críticos com relação ao grau de frescor. Entretanto, Lira (2001), observou que, alguns pescados que apresentaram número superior a 10^6 UFC.g⁻¹ não estavam com seus caracteres sensoriais alterados, enquanto que, outros com número inferior, na avaliação sensorial, eram desclassificados. Portanto, de acordo com o resultado referente a análise de microrganismos mesófilos, evidenciou-se uma boa qualidade higiênico-sanitária, por apresentarem presentes em níveis inferiores a 10^6 UFC.g⁻¹ de pescado. As contagens de bactérias mesófilas são consideradas como índice de sanidade e, sua baixa contagem é um indicativo de processos de manipulação adequados.

Soccol (2002) observou que filés oriundos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) tratadas por depuração apresentaram uma menor quantidade ($4,3 \times 10^1$ NMP.g⁻¹) de coliformes a 45 °C, quando comparado com aquelas que não foram processadas por depuração, cuja enumeração alcançou $2,3 \times 10^2$ NMP.g⁻¹. Outros pesquisadores, como Pacheco et al. (2004), estudando a avaliação de coliformes em pescado de água doce, relataram que, 15% das amostras apresentaram enumerações destes microrganismos abaixo dos padrões exigidos por legislação (ANVISA).

Vieira et al. (2000) analisaram tilápias (*Oreochromis niloticus*) recém capturadas, quanto à presença de coliformes totais, coliformes a 45 °C e *Staphylococcus* coagulase positiva. Todas as amostras apresentaram resultados equivalentes a < 3 NMP.g⁻¹ para coliformes totais e coliformes a 45 °C e 10 a $10,6 \times 10^2$ UFC.g⁻¹ para *Staphylococcus* coagulase positiva.

Quanto à determinação de microrganismos psicrotróficos, mais especificamente as *Pseudomonas*, com grande influência sobre as características organolépticas do pescado, visto que, são deterioradoras em alimentos de origem animal, as seis amostras analisadas (tilápia *in natura*, filés resfriados a 3 °C e

congelados a - 18 °C) mostraram resultados inferiores a 10^5 UFC.g⁻¹ conforme apresentado na Tabela 8. Por semelhança, estudos realizados por Cardoso, André e Serafini (2003), apresentaram uma variação entre $1,6 \times 10^3$ e $2,3 \times 10^7$ UFC.g⁻¹ de microrganismos psicotróficos em filés de peixe embalados e congelados. Entretanto, Filho et al. (2002), ao analisarem amostras de pescado *in natura* obtiveram resultados equivalentes entre $5,2 \times 10^5$ e $7,7 \times 10^7$ UFC. g⁻¹.

Tabela 8 – Enumeração de *Pseudomonas* sp. em amostras (*in natura*, filés resfriados a 3 °C e filés congelados a -18 °C) de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

Amostras	Tilápia <i>in natura</i> (UFC.g ⁻¹)	Filés resfriados de tilápia (UFC.g ⁻¹)	Filés congelados de tilápia (UFC.g ⁻¹)
A ₁	41	$7,8 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$
A ₂	59	$1,2 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
A ₃	$2,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$
A ₄	$8,8 \times 10^2$	$3,1 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$
A ₅	$2,2 \times 10^2$	$1,4 \times 10^4$	$3,6 \times 10^4$
A ₆	$1,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$

Neste estudo, a enumeração de *Pseudomonas* em tilápia (*in natura*, resfriada a 3 °C, e congelada a - 18 °C) o comportamento deste microrganismo se mostrou semelhante aos estudos realizados, indicando uma sobrevivência ao processo de congelamento. Na Tabela 8, podemos verificar que: a amostra A₁ e A₂ apresentaram um aumento na contagem de *Pseudomonas* nos filés resfriados e congelados, respectivamente; A₁ ($7,8 \times 10^3$ e $4,3 \times 10^4$) e A₂ ($1,2 \times 10^4$ e $2,2 \times 10^4$). Os resultados para as amostras A₃, A₄, A₅, A₆ tiveram uma aumento de 2 ciclos log.

Analisando lesões externa, próximas das nadadeiras de várias espécies de pescado, Shama et al. (2000) detectaram *Pseudomonas* em 4% das amostras.

Bagge-Ravn et al., (2003) estudando a avaliação da microbiota acompanhante e contaminante em equipamentos processadores de pescado em diferentes indústrias após os procedimentos normais de higiene e sanificação determinaram que; enterobactérias, fungos e *Pseudomonas* spp. estão predominantemente em equipamentos de indústrias que processam semiconservas. Em se tratando de produtos marinados, a microbiota típica, de acordo com Lyhs et al. (2001), consiste de lactobacilos e leveduras. Trabalhos anteriores, como de Knochel e Huss (1984),

relacionados também, com produtos marinados, apontam a presença de cocos Gram-negativos anaeróbios como parte da microbiota presente.

Basby et al. (1998) estudando a sobrevivência de microrganismos patogênicos em superfícies de manipulação, após as operações de higiene e sanificação em indústrias processadoras de caviar relatam que, a microbiota está intimamente relacionada com bactérias lácticas, *Enterobacteriaceae* e *Vibrio* spp. Concomitantemente, outros microrganismos como *Staphylococcus* spp., leveduras e *Pseudomonas* spp. foram isolados, porém, em números inferiores.

Em outros trabalhos, envolvendo avaliações de programas de higiene e sanificação com a utilização de hipoclorito de sódio e outros tipos de desinfetantes, implantados e desenvolvidos em indústrias pesqueiras, ficou constatado a remanescente presença de *Pseudomonas*, leveduras como microbiota dominante. Isto indica que estes microrganismos aderem com facilidade em superfícies operacionais, utilizadas no processamento do pescado, podendo sobreviver mesmo na ausência de nutrientes e se mostram muito mais resistentes aos sanitizantes comumente utilizados do que outros microrganismos.

Vários pesquisadores (HEYDORN et al., 2000; GROBE et al., 2001; WIRTANEN et al., 2001) também determinaram a grande resistência por parte de *Pseudomonas* spp. a fatores de estresse severo, como desinfetantes utilizados em processos de sanificação industrial (indústrias de pescado). Elas aderem nas superfícies operacionais como mesas de manipulação, de maneira a formar resistentes biofilmes.

As leveduras, também, são altamente resistentes à maioria dos tratamentos de higiene e sanificação associados às BPF, em comparação com a maioria das bactérias presentes no pescado. Isto foi verificado em trabalhos científicos (MOORE et al., 2000) através da sobrevivência destes microrganismos em superfícies de aço inoxidável presentes na grande maioria das indústrias pesqueiras.

BAGGE-RAVN et al. (2003) avaliaram indústrias processadoras de pescado quanto a composição da microbiota encontrada durante a produção e após a higiene e sanificação de equipamentos utilizados na defumagem do salmão, nas mesas de elaboração de semi-conservas de atum e em instalações processadoras de caviar. Os resultados encontrados na avaliação de *Pseudomonas*, respectivamente, durante o processo produtivo e após a sanificação, foram: nos defumadores de salmão, 18 e 23%; nas mesas de elaboração de semi-conservas de atum, 16 e 23% e nas

instalações que operam o caviar, 6 e 23%. Isto mostra a resistência destes microrganismos mesmo com a aplicação das BPF, associada aos programas de APPCC aplicados.

A microbiota remanescente em equipamentos de indústrias de alimentos, especificamente a pesqueira (mesas de filetagem, lavadores, embaladores e congeladores), após a aplicação dos procedimentos de higiene e sanificação, pode ser sensivelmente injuriada, reduzindo sua capacidade de sobrevivência e, isto está intimamente associada com o agente antimicrobiano utilizado. As células são inativadas, mas com possibilidade de multiplicação à medida que as condições do meio sejam adequadas.

Trabalhos associados com a sobrevivência de *Pseudomonas* em produtos alimentícios (carnes) mantidos sob congelamento ($- 18^{\circ}\text{C}$), mostram que, as bactérias pertencentes a este gênero constituem a grande maioria dos microrganismos psicrotróficos aeróbios presentes neste tipo de produto, mesmo em presença de nitrito de sódio e eritorbato de sódio (NUNES, 2003). Estes resultados corroboram com a afirmação de que a microbiota deteriorante de carnes armazenadas sob congelamento, com presença de oxigênio são na maioria invariavelmente por *Pseudomonas*. Estes microrganismos estritamente aeróbios, produzem compostos de odor desagradável quando metabolizam os aminoácidos, e são a principal causa do sabor não característico desenvolvido em carnes frescas.

Ferreira (1987) analisou 9 amostras de pescado, dentre as quais encontraram-se a corimbaté (*Prochilodus scrofa*), mandi (*Pimelodus clarias*) e tilápia (*Oreochromis* spp.), sendo que 44,4% apresentaram contagens de microrganismos psicrotróficos (incluindo *Pseudomonas*) da ordem de 10^5 UFC.g⁻¹ e 55,5% da ordem de 10^4 UFC.g⁻¹. Para a tilápia, a contagem total de psicrotróficas variou entre $8,3 \times 10^4$ UFC.g⁻¹ a $1,8 \times 10^5$ UFC.g⁻¹. Entretanto, outros trabalhos (SOCCOL, 2002), avaliando filés de tilápia durante o período de estocagem resfriada (3°C), mostraram que a contagem de bactérias psicrotróficas não foi afetada durante 8 dias neste procedimento de conservação. Embora a legislação brasileira não contemple o limite para psicrotróficos, contagens elevadas desse grupo de bactérias, com certeza, contribuem para a redução da vida útil do produto.

6.4 Mapa organizacional

Segundo as recomendações de Mortimore (2000), o setor de Controle de Qualidade (caracterizado no mapa organizacional da empresa) deve manter uma

subordinação direta com a sua administração, representada pela direção industrial. Esta ligação favorece o desenvolvimento do programa, informando diretamente as modificações, investimentos e resultados obtidos. A Figura 2 apresenta o mapa organizacional da equipe responsável pelo programa APPCC da empresa Costa Sul Pescados Ltda. – SC.

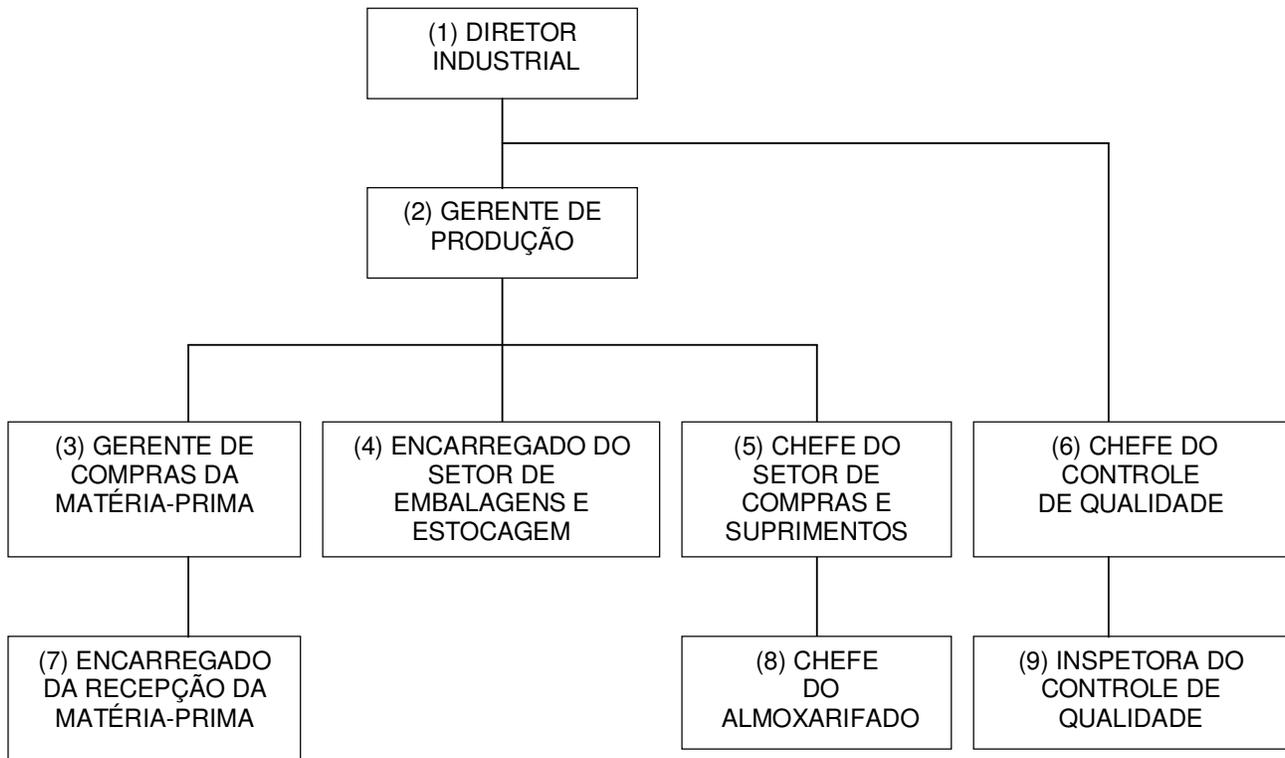


Figura 2 - Mapa organizacional da equipe responsável pelo programa APPCC da empresa Costa Sul Pescados Ltda. – SC.

As atribuições relacionadas às funções dos membros integrantes do organograma da equipe APPCC são apresentadas a seguir:

1. Diretor Industrial

Responsável pela empresa, está comprometido com a implantação do programa APPCC e incumbido de analisá-lo e revisá-lo periodicamente com os demais gerentes e com os encarregados da produção, manutenção e o Controle de Qualidade.

2. Gerente de Produção

Reporta-se diretamente ao diretor industrial. É o responsável pela programação diária da produção. É sua responsabilidade a revisão periódica do programa juntamente com o diretor industrial.

3. Gerente de compras da matéria-prima

Responsável pela aquisição da matéria-prima, segue parâmetros de qualidade e frescor do pescado. Participa das revisões periódicas do programa.

4. Encarregado do setor de embalagens e estocagem

É o responsável pelo acondicionamento e estocagem dos produtos acabados. Reporta-se ao gerente de produção e tem como subordinados as operadoras de balanças. Também está sob sua supervisão a operação de glaseamento, tratamento aplicado a todos os pescados congelados. Sua participação na equipe do programa é de fundamental importância, principalmente no que diz respeito à eliminação dos riscos relacionados com a integridade econômica.

5. Chefe do Setor de compras de suprimentos

É o encarregado pela compra do material de embalagem, produtos químicos, de higiene e limpeza e insumos diversos; obedece às especificações de compras exigidas pela empresa e entregue pelo fornecedor.

6. Chefe do Controle de Qualidade

Responsável pelo planejamento do programa, é parte da atividade organizacional pelo fato de auxiliar a empresa no monitoramento dos resultados e, caso ocorram, corrigir os desvios apresentados. Administrativamente se responsabilizará pelo estabelecimento de padrões para avaliar o desempenho, pela avaliação do desempenho na atualidade, comparação do desempenho com o padrão estabelecido e a adoção de medidas preventivas e corretivas.

Conforme Megginson et al. (1998), ao elaborar o seu planejamento, as empresas devem administrar as suas relações com o futuro e definir os objetivos e os meios para alcançá-los. O planejamento tem total ligação com o controle. Assim que, o planejamento deve ser controlado quando colocado em prática, para que os administradores tenham a certeza de que o que foi definido está sendo cumprido de maneira satisfatória.

7. Encarregado da recepção da matéria-prima

Reporta-se ao gerente de compras da matéria-prima. É de sua responsabilidade a inspeção de toda a matéria-prima recebida, bem como a decisão de aceitá-la ou rejeitá-la; decisão esta, tomada em conjunto com o chefe do controle de qualidade.

8. Chefe do Almoxarifado

Este encarregado está subordinado ao chefe de compras de insumos ou material de consumo. É o responsável pelo recebimento de embalagens, reagentes e aditivos químicos e demais insumos.

9. Inspetora do Controle de Qualidade

Reporta-se diretamente ao chefe de controle de qualidade. Entre suas tarefas estão a inspeção da matéria-prima, a avaliação do processamento e o controle do produto final quanto a sua conformação com o padrão pré-estabelecido. Executa o plano e o revisa com o responsável pelo Controle de Qualidade.

6.5 Memorial descritivo de fabricação

A tilápia (*Oreochromis niloticus*), após a despesca, é acondicionada em monoblocos (20 Kg), resfriada com gelo em escamas e transportada em caminhões isotérmicos. Na indústria, após o recebimento, é descarregada para o separador de gelo. Este, separado por variação de densidade, permanece na superfície (sobrenadante) do tanque de recebimento do equipamento, enquanto que, a matéria-prima é conduzida para o cilindro de lavagem, rotativo, com aspersão de água hiperclorada (5 ppm cloro residual). A seguir, o peixe é conduzido para a mesa de inspeção e selecionamento para ser classificado por tamanho e qualidade.

Posteriormente, é acondicionado em monoblocos sanitários e pesado em balança de plataforma. A seguir, a matéria-prima é conduzida às mesas de evisceração e filetagem, dotadas de pontos individuais de água hiperclorada. Após a filetagem, os filés são conduzidos por esteira sanitária para a operação de lavagem por imersão em tanque com água hiperclorada. As mesas de evisceração e filetagem são dotadas com equipamento para remoção automática dos rejeitos através do sistema conjugado esteira/transportador helicoidal, necessário para a condução destes resíduos para a produção de farinha e óleo de pescado.

A seguir, os filés são acondicionados em monoblocos e conduzidos a operação de congelamento por processo contínuo com ar forçado a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ em giro-freezer (sistema helicoidal de condução). No final da operação (20 minutos), os filés atingem $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Posteriormente, os filés congelados são glaseados por imersão em água resfriada com gelo ($3\text{ }^{\circ}\text{C}$) através de processo rotativo e a seguir, secos por refrigeração em túnel de ar forçado a $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos.

A seguir, os filés são conduzidos para a área de embalagem, pesados, acondicionados em saquinhos de polietileno (500 g) e/ou bandejas de poliestireno (500 g), dispostos em caixas de papelão ondulado (master-box).

A conservação é feita em câmaras de estocagem à temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Emprega-se o armazenamento por *pallets*, mantendo a distância de 20 cm junto às paredes da câmara para melhor circulação do frio.

No momento da expedição, o pescado é transportado em caminhões frigoríficos à temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 3 – Filés de tilápia congelados, acondicionados em sacos de polietileno (A) e em bandejas de poliestireno (B).

Através da colaboração do grupo de controle de qualidade foi elaborado o fluxograma do processamento com os respectivos PCCs (Figura 4 e 5).

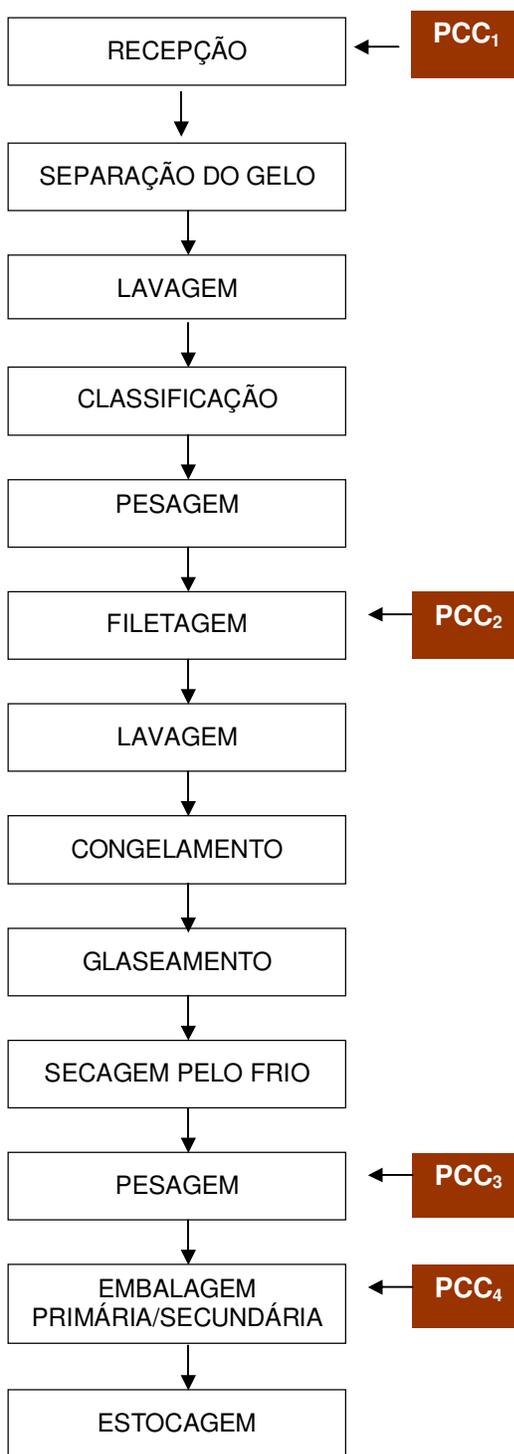


Figura 4 - Processamento dos filés congelados de tilápia, na modalidade IQF e respectivos Pontos Críticos de Controle.



A



B



C



D



E



F



G



H



I

Figura 5 – Visualização da seqüência operacional da obtenção dos filés congelado da tiápia: (A) Recebimento/separação do gelo, (B) lavagem, (C) classificação/pesagem, (D) filetagem/lavagem, (E) congelamento, (F) glaseamento, (G) secagem pelo frio, (H) embalagem, (I) estocagem.

6.6 Medidas preventivas, limites críticos, vigilância e medidas corretivas

De acordo com Furtini e Abreu (2006), com base nos critérios de perigos relacionados com a saúde pública, manutenção da integridade econômica e perda da qualidade do produto acabado e, com o auxílio de formulário específico, temos:

Quadro 1 - Plano de APPCC na produção filés congelados de tilápia, na modalidade IQF

Fases	Perigo	Medidas preventivas	Limites críticos	Vigilância	Medidas corretivas	Registros
Recepção (PCC ₁)	<p><u>Perda de qualidade</u></p> <p>Decomposição da matéria-prima por microrganismos</p> <p><u>Saúde pública</u></p> <p>Multiplicação bacteriana Presença de microrganismos patogênicos</p>	<p>Capacitação de pessoal na despesca e conservação (gelo). Orientação quanto às BPM</p> <p>Controle da temperatura de conservação da matéria-prima</p> <p>Orientação dos cultivadores quanto as Boas Práticas de Manipulação-BPM</p>	<p>*Atender padrões de qualidade exigidos para o peixe fresco (Anexo 2)</p> <p>Manutenção da temperatura da matéria-prima entre 0 e 5 °C</p>	<p>Inspeção sensorial</p> <p>Verificação da temperatura com termômetro de punção</p>	<p>Rejeição da matéria-prima contaminada. Adotar como alternativa o encamiamento da matéria-prima para a produção de farinha de pescado</p> <p>Adicionar gelo de maneira a manter a proporção de 30% (gelo/peixe)</p>	Relatório RC - 1
Filetagem (PCC ₂)	<p><u>Perda da qualidade</u></p> <p>Aspectos sensoriais impróprios</p>	<p>Capacitação do pessoal quanto às práticas adequadas de manipulação na execução dos filés</p>	<p>Não tolerável a classificação R (ruim) que corresponde à textura pouco firme, cor não representativa da espécie e apresentação de cortes irregulares</p>	<p>Inspeção (permanente) sensorial por meio do tato e visão</p>	<p>Recapacitação ou substituição do pessoal. Avaliação das peças e nova manipulação de filetagem</p>	Relatório RC - 2

continuação

Pesagem (PCC ₃)	<u>Integridade Econômica</u> Pesagem incorreta	Capacitação de pessoal. Aferição da balança antes da operação de pesagem	Desvio médio: 1% (peso líquido declarado em rotulagem)	Inspeção por amostragem permanente	Recapacitação ou substituição do pessoal. Repesagem, recalibração ou substituição das balanças	Relatório RC - 3
Embalagem (4)	<u>Integridade Econômica</u> Troca de espécies	Capacitação de pessoal para reconhecimento das espécies	Ausência de filés de espécies diferentes na mesma embalagem	Obedecer a especificação da rotulagem quanto a espécie acondicionada	Recapacitar ou substituir pessoal	Relatório RC - 4

BPM – Boas Práticas de Manipulação

RC – Relatório de Controle

*Métodos Sensoriais para Análise de Peixe fresco (RABELO, 1988).

6.7 Plano de Controle de Qualidade na recepção do pescado – PCC₁

6.7.1 Procedimento de vigilância

Os procedimentos básicos a serem utilizados na vigilância da recepção do pescado, no momento da descarga, abrangerão os seguintes itens:

- ✓ nome do fornecedor;
- ✓ data de descarregamento do pescado;
- ✓ início e término da operação de descarregamento;
- ✓ identificação do responsável pelo setor de recepção do pescado;
- ✓ temperatura do pescado;
- ✓ caracterização da matéria-prima por avaliação sensorial através de esquema de classificação por pontuação (Anexo 3).

6.7.2 Avaliação sensorial

O procedimento de vigilância proposto tem como base a avaliação sensorial associada ao quadro de qualificação por pontuação (Anexo 2), conforme Rabelo (1988).

A qualidade do pescado deverá ser caracterizada em função da pontuação observando o padrão de referência para o pescado fresco (Quadro 3):

Quadro 2 – Caracterização da qualidade do peixe *in natura* com a corresponde pontuação

Referência	Pontuação
Primeira categoria (excelente)	45 - 54
Categoria comercial (bom)	27 - 44
Categoria inferior (regular)	9 - 26
Rejeitável (abaixo do limite de aceitação)	< 9

Fonte: Rabelo, 1988.

Conforme avaliação sensorial, somente será recebido e encaminhado ao processamento o pescado que apresentar pontuação acima de 9, classificado com qualidade regular (categoria inferior). O pescado que na classificação apresentar uma pontuação inferior (< 9), poderá ser conduzido para a produção de farinha de pescado.

6.7.3 Procedimento de amostragem na recepção – PCC₁

As amostras devem ser obtidas na área de recepção do pescado, após a operação de lavagem, no momento da classificação.

6.7.4 Quantidade / Frequência

Conforme a necessidade de avaliação, as amostras poderão compreender 3 ou mais unidades (pescado inteiro), inteiramente ao acaso, representativas do lote, por hora, durante a descarga. A amostragem deverá estar relacionada com o peso do pescado recebido. As avaliações corresponderão às seguintes quantidades recebidas:

2 amostras para lotes ≤ 50 t e, 3 para lotes > 50 t. Após os devidos registros no mapa de controle RC-1 (Anexo 3) o mesmo deverá ser arquivado junto ao setor de Controle de Qualidade durante 3 anos.

6.8 Plano de Controle de Qualidade na filetagem – PCC₂

6.8.1 Procedimento de vigilância

A vigilância na filetagem do peixe abrangerá os seguintes itens:

- ✓ identificação do produto e nome da espécie;
- ✓ caracterização do peso líquido do produto;
- ✓ data de produção;
- ✓ identificação do responsável pelo setor de manipulação (evisceração e filetagem) do pescado;
- ✓ caracterização dos filés (Anexo 4) por avaliação sensorial através de esquema de classificação por letras (Quadro 2).

Quadro 3 – Classificação dos filés quanto consistência, cor e aspecto

Classificação	Consistência	Cor	Aspecto/cortes
Bom - B	Firme com textura característica da espécie	Branca ou característica da espécie	Cortes uniformes e regulares em função da espécie
Aceitável com restrições - AR	Menos firme, mas ainda apresentando textura característica da espécie	Não apresenta mais a coloração característica da espécie	Filés apresentando cortes irregulares
Ruim - R	Pouco firme, com característica inferior de textura.	Coloração muito inferior à característica da espécie	Cortes totalmente irregulares

Registrar:

- ✓ quantidade de peças (filés) com presença de espinhas;
- ✓ presença de escamas;
- ✓ manchas de sangue ou presença de coágulos;
- ✓ peças de filés com resíduos de pele.

6.8.2 Procedimento de amostragem na filetagem – PCC₂

A amostragem deverá ser aleatória e obtidas na mesa de manipulação (filetagem).

6.8.3 Quantidade / Frequência

Deverão ser avaliadas 4 amostras de filés/4 h de processamento. Após os devidos registros no mapa de controle RC-2 (Anexo 4), o mesmo deverá ser arquivado junto ao setor de Controle de Qualidade durante 3 anos.

6.9 Plano de Controle de Qualidade na pesagem – PCC₃

6.9.1 Procedimento de vigilância

Os procedimentos a serem utilizados na vigilância da operação de pesagem abrangerão os seguintes itens:

- ✓ Data de produção;
- ✓ Identificação do produto;
- ✓ Identificação quantitativa (peso líquido) do produto acondicionado;
- ✓ Identificação do responsável pelo setor de pesagem.

Preenchimento do formulário (Anexo 5):

Nº de ordem: quantidade de amostras examinadas;

Peso bruto (A): peso individual de cada amostra;

Tara (B): peso médio de 5 amostras;

Peso líquido (C): diferença entre o peso bruto e a tara;

Erro individual positivo (D): corresponde ao somatório dos valores de pesagem acima da indicação quantitativa padrão;

Erro individual negativo (E): corresponde ao somatório dos valores de pesagem inferiores a indicação quantitativa padrão;

N: é o número de amostras examinadas;

Erro mínimo individual (-): peso correspondente aos valores encontrados no conjunto de pesagens abaixo do padrão;

Erro máximo individual (+): peso correspondente aos valores encontrados no conjunto de pesagens acima do padrão;

Erro médio: obtido pela divisão do somatório dos erros individuais máximos e mínimos (D+E) pelo número de amostras examinadas;

Erro relativo (%): obtido pela multiplicação do valor do erro médio pelo inverso da indicação quantitativa (padrão) relacionada.

6.9.2 Procedimento de amostragem na pesagem – PCC₃

A amostragem deverá ser aleatória e obtidas na área de pesagem (após o congelamento).

6.9.3 Quantidade / Frequência

Deverão ser avaliadas 4 amostras (obtidas na área de pesagem)/4 h de

processamento. Após os devidos registros no mapa de controle RC-3 (Anexo 5), o mesmo deverá ser arquivado junto ao setor de Controle de Qualidade durante 3 anos.

6.10 Plano de Controle de Qualidade na embalagem – PCC₄

6.10.1 Procedimento de vigilância

Os procedimentos a serem utilizados na vigilância da embalagem do pescado abrangerão os seguintes itens:

- ✓ Data de produção;
- ✓ Identificação do produto e nome da espécie;
- ✓ Identificação quantitativa (peso líquido) do produto acondicionado;
- ✓ Identificação do responsável pelo setor de embalagem dos filés de pescado.

Preenchimento do formulário (Anexo 6):

Hora - caracterizar o número da amostra por seqüência de avaliação e registrar a hora correspondente;

Peso – indicação quantitativa verificada na avaliação;

Produto - espécie acondicionada verificação na avaliação.

6.10.2 Procedimento de amostragem na embalagem – PCC₄

A amostragem deverá ser aleatória e obtidas na área de embalagem (após o congelamento).

6.10.3 Quantidade / Freqüência

Deverão ser avaliadas 4 amostras (produto embalado)/4 h de processamento. Após os devidos registros no mapa de controle RC-4 (Anexo 6), o mesmo deverá ser arquivado junto ao setor de Controle de Qualidade durante 3 anos.

7 Procedimentos operacionais de saneamento industrial

Estes procedimentos tratam da higienização, sanitização e Boas Práticas de Fabricação – BPF aplicadas a pessoal, áreas e equipamentos e instalações industriais utilizados no processamento do pescado. A informação apresentada é baseada nas diretrizes para as Boas Práticas de Fabricação Internacional de Produtos Alimentícios (FDA, 1995). Serve como uma referência de áreas que devem ser higienizadas e sanificadas antes e durante a produção dos produtos pesqueiros (FIGUEIREDO e NETO COSTA, 2001; GERMANO e GERMANO, 2003).

Determinadas práticas específicas, relacionadas com a higienização e sanitização em áreas de manipulação, câmaras de estocagem, almoxarifado, instalações e equipamentos industriais, deverão ser realizadas de acordo com as condições e escalas das atividades produtivas. O Controle de Qualidade ou o setor de produção providenciará toda a orientação necessária através de freqüentes avaliações dos níveis de higienização e sanitização das áreas industriais, equipamentos e utensílios. É importante ressaltar que as condições operacionais na linha de produção devem ser adequadas às normas de qualidade higiênico-sanitárias e essas adequações são pré-requisitos para implementação do sistema APPCC, uma vez que possibilita controlar os pontos que oferecem perigos de contaminação

7.1 Práticas de higiene pessoal

De acordo com a avaliação dos procedimentos higiênico-sanitários realizada na indústria, observou-se uma total manutenção das atividades relacionadas com estes princípios, ou seja; uniformização adequada através da utilização de guarda-pós, aventais, gorros e/ou capacetes. Utilização de uniformes na cor branca para funcionários da área produtiva e azul-marinho para o setor de manutenção. Não foram observadas atitudes relacionadas com o consumo de alimentos pelos operadores, bem como, a utilização de adornos ou adereços aparentes por parte dos

manipuladores do pescado. Foi observado, uma freqüente necessidade por parte dos supervisores de manter um nível de higiene necessário para prevenir a contaminação cruzada dos produtos.

Shojaei, Shooshtaripoor e Amiri (2006), constataram efeitos benéficos da higienização das mãos durante a manipulação de alimentos ao verificar a redução de 72,7 para 32% de microrganismos patogênicos fecais e *Escherichia coli* nos manipuladores de alimentos.

De acordo com Howard e Gonzalez (2001), é consenso de que os supervisores, integrantes da área produtiva, devem prover aos empregados instalações sanitárias adequadas, papel toalha, sabonete líquido, soluções saneificantes e água potável, aliados a cursos periódicos, a fim de conscientizá-los da importância da higiene pessoal antes da manipulação do alimento.

7.2 Higiene e sanitização das instalações industriais e equipamentos

7.2.1 Áreas industriais (internas)

Em função das Boas Práticas de Fabricação e das normas específicas de construção, foi constatado que os pisos possuem desníveis apropriados, necessários para evitar e eliminar o acúmulo de água estagnada em sua superfície.

A higienização com solução de detergente e enxágüe foi realizada de maneira regular, de modo que toda a água de lavagem é canalizada através de ralos sifonados e/ou conduzida por meio de canaletas com proteção metálica.

As paredes internas das áreas onde o pescado é manipulado, são revestidas até a altura de 3,20 m com azulejos de modo a atender a exigências preconizadas pelas BPF.

As junções entre pisos e paredes são côncavas de modo a evitar o acúmulo de material orgânico, facilitando a operação de higienização.

O teto é impermeável e, determinadas superfícies internas, vigas expostas, traves e extensão de telhados era composta de superfícies lisas (emboços) que facilitam a higienização.

As portas e janelas (esquadrias), pertencentes às instalações, são metálicas (aluminizadas ou galvanizadas), executadas com material de baixa porosidade e não

absorventes, pintadas com esmalte sintético (brilhante). Todas as aberturas possuem telas à prova de insetos. Estudos realizados por Gontijo Filho, Silva e Kritski (2000), comprovam que, os principais contaminantes bacterianos comumente isolados do sistema de ventilação são: *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp. e *Aspergillus* ssp.

As instalações, bem como, todos os setores e/ou áreas relacionadas e consideradas como suportes das operações industriais (almoxarifado, depósitos de embalagens e insumos, câmaras de resfriamento e congelamento, área de higienização, permanência, sanitários e vestuários) adotam procedimentos de higiene através dos seguintes princípios e controles:

- fornecimento das condições necessárias por parte da empresa, para a necessária manutenção da higiene associada às Boas Práticas de Fabricação;

- divulgação, junto aos funcionários, dos problemas envolvidos com relação a contaminação cruzada (fluxo de pessoal), não permitindo que áreas de recepção e lavagem do pescado mantenham trânsito livre. Assim que, áreas descobertas, como os trapiches que representam locais com contaminação em maior grau, são avaliados de forma rigorosa;

- foi observado a inexistência de áreas que acumulem materiais desativados e/ou sucatas por se constituírem em focos de contaminação;

- todas as áreas utilizadas pelos funcionários, como vestiários e sanitários, obedecem às normas de higiene e, foram avaliadas quanto aos critérios adotados aos Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional. De acordo com informações, por parte dos supervisores, a garantia e a eficiência da higienização das instalações foram otimizadas a partir da implantação de roteiros e rotinas fixas de limpeza (diária, semanal e quinzenal). Leivas e Masson (2002), ao realizarem avaliações de treinamento em uma unidade industrial alimentícia no Rio Grande do Sul, encontraram índice de satisfação de 80% por parte dos funcionários após implantação de BPFs e PPHO.

7.2.2 Áreas industriais (externas)

Com a avaliação feita nas áreas externas da indústria constatou-se que a mesma possui instalações auxiliares para o desenvolvimento dos processos industriais como água fria e quente, disponível para a lavagem de pisos e paredes. Todas as águas de lavagem estava devidamente canalizadas e conduzidas através de escoamento por meio de condutores apropriados para sumidouros. O sistema de

canalização de águas pluviais faz parte de uma rede independente ligada a tubos coletores e destes ao sistema geral de escoamento.

O escoamento das águas industriais é direcionado para retentores (peneiras) com aproveitamento de material orgânico para a produção de farinha de pescado.

As áreas externas da indústria possuíam livre acesso para a movimentação de pessoal e transporte de material, sendo que, existiam duas entradas, uma para a área limpa (admissão de pessoal) e outra, para a área suja (matéria-prima recebida).

Não foi observado o acúmulo de material descartado, depositado no piso nas áreas externas. Este tipo de material, acondicionado em embalagens apropriadas, é depositado em locais adequados para o imediato descarte.

Segundo estudos realizados por Genta, Mauício e Matioli (2005), relacionados com o aspecto projetos e instalações, foram avaliados itens relacionados a localização de focos de insalubridades, fluxos de funcionários e matéria-prima, paredes, pisos, ralos, portas e janelas, ventilação, pias para higienização de mãos, sanitários, vestiários, abastecimento de água e controle de pragas. Os índices variaram entre 12,5 e 53,1% de não-conformidades.

7.2.3 Áreas específicas para insumos

Foram avaliadas as áreas de recepção e estocagem de ingredientes e/ou temperos secos, embalagem e insumos.

Todos os insumos, ingredientes e temperos são acondicionados em sacos, fardos ou em tambores. Monoblocos utilizados para o acondicionamento e transporte do pescado, são diariamente inspecionados para garantir sua higienização e minimização das contaminações. Os lotes (insumos ou ingredientes/temperos), quando do recebimento, são identificados e datados para uma adequada rotação dos estoques. Todos os lotes, paletizados ou empilhados estavam afastados das paredes do almoxarifado por um espaço mínimo de ± 20 cm e, não obstruíam os extintores de incêndio.

Segundo estudos realizados por Arias- Echandi e Antillón (2000), a presença de microrganismos patogênicos e coliformes fecais refletem a deficiência na qualidade sanitária e a necessidade de uma adequação das etapas de manipulação, transporte e armazenagem.

Genta, Maurício e Matioli (2005) obtiveram resultados de não-conformidades para os itens: controle de fornecedores de insumos e recebimento de matérias-primas, entre 0 e 66,7%.

7.2.4 Área de recepção do pescado (área suja)

Conforme avaliação do plano APPCC, a área de recepção das tilápias foi higienizada utilizando detergente e desinfetante alcalino à base de amônio quaternário com concentração de 200 ppm (princípio ativo). Dependendo da frequência do recebimento, é realizada uma higiene com detergente alcalino com maior concentração, aplicado com escovas ou equipamento com alta pressão e água aquecida a 60 °C, seguida de pulverização com um desinfetante a base de amônio quaternário (450 ppm).

7.2.5 Área de congelamento/estocagem

Assim como todas as áreas, a de congelamento, também recebeu o mesmo tratamento, ou seja; lavagens com água hiperclorada (5 ppm de cloro residual livre) ao final de cada turno de trabalho. A limpeza foi realizada com a utilização de um detergente neutro ou levemente alcalino através de sistemas de aplicação por spray, sob pressão, seguido de enxágüe e posterior sanitização. Os detergentes e desinfetantes usados nesta operação, bem como suas concentrações, modo e seqüência de aplicação, foram os mesmos da higienização e higienização aplicadas diariamente.

Quanto a câmara de estocagem de produtos congelados, foi verificada uma adequada organização e higienização. Os *pallets* com produtos congelados são empilhados de tal forma que se mantenham distanciados, no mínimo, 20 cm entre as pilhas (produtos) e as paredes internas da câmara.

7.2.6 Área social

A área social da fábrica, incluindo sanitários e vestiários são higienizadas diariamente (pisos, paredes, aparelhos sanitários) com detergente levemente alcalino, seguido de enxágüe e aplicação de sanitizante a base de hipoclorito de sódio (5 ppm).

Com relação ao gabinete de higienização de pessoal, todas as instalações seguem as normas aprovadas ou indicadas pelo SEPES/DIPOA.

Os gabinetes são dotados de água corrente hiperclorada a 5 ppm de cloro livre residual e com toalhas descartáveis (papel).

Na lavagem das mãos são utilizados detergentes com pH neutro, incolor e inodoro.

Os lavadores de botas são providos de escovas e sabão líquido com pH neutro, inodoro e incolor.

O pé-dilúvio é mantido com solução de hipoclorito de sódio, com dosagem de cloro livre disponível equivalente a 200 ppm.

7.3 Práticas operacionais de saneamento

Contatou-se que foi obedecido o seguinte procedimento quanto ao saneamento das dependências e equipamentos industriais:

- varrer e retirar todos os detritos da área a ser lavada por meio de vassoura ou rodo;
- ao término do expediente de trabalho e após a lavagem, toda a área e equipamentos foram sanitizados com solução de hipoclorito de sódio de modo a termos um residual livre de cloro de 10 ppm;
- antes do reinício dos trabalhos, todo o material foi lavado com água fria para remoção do residual de cloro proveniente da sanitização realizada anteriormente;
- toda a atenção foi observada cuidadosamente para evitar que produtos destinados a determinados fins sejam utilizados para outros;
- toda a água utilizada no processo industrial apresentou um nível de cloro residual livre (5 ppm), controlado através de formulário (Anexo 8).

7.4 Tratamento da água/gelo

A qualidade destes insumos (água e gelo) seguiu os padrões da água potável para consumo humano, com avaliação analítica de pH, teor de matéria orgânica e NMP coliformes totais e/ou fecais. Estas análises são realizadas por instituições independentes, registradas e, mantidas no mínimo por 3 anos em arquivo próprio junto ao setor de controle de qualidade da empresa.

Nogueira, Nakamura e Tognim (2003), em estudos realizados constataram a presença de coliformes totais em 17% das amostras analisadas em água potável,

tratada e clorada, para consumo de áreas industriais. Mcknight (2002) ressalta a importância da potabilidade da água que deve ser assegurada em todo o estágio da cadeia produtiva de alimentos, sendo este parâmetro regularmente monitorado e documentado.

7.5 Procedimento de vigilância industrial

A inspeção é feita por pessoal capacitado da área de controle de qualidade, com frequência semanal através do preenchimento do relatório de controle RC-5 (Anexo 8).

7.5.1 Classificação das condições sanitárias

Conforme a avaliação do plano, o critério adotado para a avaliação das condições higiênico-sanitárias, deverá se basar nas seguintes condições:

Aceitável - quando as instalações apresentarem ausência de sujidade e/ou material estranho contaminante;

Pequena alteração - quando as instalações apresentarem algum vestígio de sujidade e/ou material estranho de modo a comprometer a higiene.

Não aceitável - quando as instalações apresentarem vestígios significativos de sujidade e/ou material estranho de modo a comprometer a qualidade higiênica.

O procedimento de preenchimento do relatório de controle (Anexo 8) deverá seguir a seguinte seqüência:

Área específicas inspecionada: Identificar por área de processamento, os pontos que apresentam deficiências higiênicas, caracterizando na coluna "observações" o tipo de irregularidade. Posteriormente, assinalar com um "x" na coluna correspondente, o critério utilizado para definir a qualidade da higiene, conforme a classificação das condições apresentadas.

7.6 Plano de controle de roedores

O controle de roedores, tecnicamente identificado como Serviço de Desratização Ativa – SDA, é um processo que se caracteriza por aplicações sistemáticas de produtos raticidas, em frequências alternadas ou contínuas conforme as exigências ambientais.

De acordo com Carvalho Neto (2005), os ratos e camundongos provocam severos danos às estruturas e materiais. Os ratos são capazes de provocar danos e

perdas em todas as fases de processamento, produção e estocagem dos gêneros alimentícios, chegam a consumir cerca de 10% de seu próprio peso corporal a cada dia, o que significa algo em torno de 10 e 20 Kg ao ano.

A atividade correspondeu às seguintes fases:

7.6.1 Levantamento técnico

Realização através de processo empírico por visualização sem instrumentação, processando-se a verificação das condições gerais e específicas das dependências e instalações para a execução dos tratamentos.

7.6.2 Desratização passiva

Adoção de um conjunto de medidas preventivas vinculadas aos princípios de saneamento, privando os roedores de alimentos, água e abrigos, enfim, a adoção de normas ligadas às construções das áreas de processamento e boas práticas de higiene pessoal de modo a criar mudanças ambientais desfavoráveis a presença de roedores.

7.6.3 Desratização ativa

Operação efetuada nas dependências industriais com análise dos componentes dos problemas ocasionados pelos ratos, detectando os fatores predisponentes do grau de infestação. É o processo de controle efetivo, que foi empregado, estrategicamente e de forma multidisciplinar, os recursos de supressão imediata das infestações através de práticas isoladas ou conjuntas de princípios físicos, químicos e biológicos.

7.6.4 Raticidas

Os raticidas empregados foram classificados conforme estrutura química e seu modo de ação através do uso de dispositivos de aplicação conforme a exigência de cada situação: produtos anticoagulantes e dose única/múltipla. As iscas (formulações) se caracterizaram por *pellets* ou blocos impermeáveis. Para o combate a roedores, foi mantido, em locais estratégicos, caixas especiais para raticidas (*bait stations*). Nestas caixas foram colocados pequenos recipientes contendo o veneno a base de hidróxido de dicumaril.

7.6.5 Plano de controle de insetos

Para o combate a insetos voadores, foi usado um inseticida à base de piretroide (peritrina sintética), aplicada através de nebulizador. Visando quebrar o ciclo de vida dos insetos, uma vez a cada 3 meses será aplicado o mesmo inseticida diariamente, durante 1 semana. Nos encontros de pisos com paredes, uma vez a cada 15 dias será pulverizado um inseticida à base de carbamato (propoxur) ou melathion, visando o combate de insetos rasteiros.

8 Procedimento de queixas dos consumidores

Baseado no capítulo IV da "Qualidade de Produtos e Serviços da Prevenção e da Reparação dos Danos do Código de Defesa do Consumidor", lei número 8.078 de 11 de setembro de 1990 (BRASIL, 1990) esta indústria, através do seu controle de qualidade adotou os seguintes procedimentos:

1° No momento que tiver conhecimento da periculosidade (produto exposto ao consumo), com risco a saúde pública, o fato será comunicado imediatamente às autoridades competentes e aos consumidores mediante anúncios publicitários;

2° Estes anúncios publicitários a que se refere o parágrafo anterior serão veiculados na imprensa;

3° O produto que apresentar alto grau de periculosidade será retirado imediatamente do mercado sem prejuízo da responsabilidade da reparação de eventuais danos;

4° Todas as queixas e/ou reclamações serão acolhidas e analisadas de acordo com a gravidade da ocorrência;

5° O arquivamento de todos os atos e/ou procedimentos das reclamações serão mantidos pelo prazo máximo de 5 anos no Departamento de Controle de Qualidade, atendendo normas específicas, seção IV art. 27 do Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990).

9 Calibração das balanças

A calibração foi realizada através de perícia metrológica pelo Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO com frequência semestral em todas as balanças. O certificado de verificação por equipamento é arquivado pela empresa por um período mínimo de três anos.

Constatou-se no relatório as seguintes especificações:

- marca e modelo da balança;
- código de controle de inspeção;
- instrumento de controle na aferição;
- data de execução da perícia metrológica;
- metrologista responsável.

10 Etiquetas e especificações

Todos os produtos seguem as normas específicas pré-estabelecidas de identificação de rotulagem orientadas pelo Serviço de Inspeção Federal-SIF.

Com relação a legislação alimentar, que inclui a declaração da formulação em rotulagem, bem como, exigências de identificação da firma produtora, prazo de validade e data de fabricação, consta que, após a aprovação definitiva da rotulagem (DIPOA), o produto está apto para ser produzido. Assim que, qualquer modificação de rotulagem será devidamente encaminhada ao Serviço de Inspeção para aprovação e posterior liberação para utilização.

10.1 Procedimento para recolhimento de produtos não conformes

10.1.2 Recoleta

Após verificação, por parte do revendedor, da existência de qualquer anormalidade relacionada com o produto, este poderá se dirigir ao representante de vendas junto ao setor de distribuição que deverá comunicar imediatamente ao gerente do controle de qualidade responsável pelo programa APPCC.

Em função da anormalidade verificada, o gerente do controle de qualidade poderá tomar as seguintes decisões:

- comunicar via telefone, fax ou e-mail a indicação ou orientação aos representantes de vendas sobre as medidas a serem tomadas com relação ao recolhimento total ou parcial do produto sem prejuízos para o consumidor ou revendedor;
- providenciar a verificação do ocorrido através de um representante do sistema de controle de qualidade de modo a que medidas corretivas possam ser tomadas para regularizar a situação;

- autorizar o aproveitamento parcial do lote com definição de responsabilidades pelo ocorrido com eliminação do rejeito em locais apropriados;
- eliminar a totalidade do lote, utilizando-se o mesmo procedimento de eliminação do produto nas áreas pré-estabelecidas.

10.1.3 Identificação dos defeitos

O produto desqualificado deverá ser devidamente identificado através da própria rotulagem, devendo-se fazer constar em relatório anexo os seguintes dados:

- tipo de produto;
- quantidade avaliada;
- identificação do lote;
- especificação do motivo da desqualificação;
- condições de armazenagem;
- referências do vendedor / consumidor.

Este relatório deverá ser arquivado por um período mínimo de três anos a partir da data de constatação da ocorrência.

11 CONCLUSÕES

- Tendo em vista o cenário da indústria em que foi desenvolvida a pesquisa, conclui-se pelos dados levantados e avaliados que, o sistema APPCC é de fundamental importância para uma futura manutenção da segurança e qualidade dos produtos elaborados.
- O sistema APPCC, apesar de dispensar certa dificuldade e investimento inerente a qualquer programa de qualidade, é o que mais gera confiança entre os industriais, não só em relação à qualidade de produto e segurança alimentar, mas pela minimização de perdas e certeza de estar cumprindo com as exigências da Inspeção Federal.
- Posteriormente à avaliação dos riscos (físicos, químicos e microbiológicos), inerentes a este tipo de indústria, as principais dificuldades a serem enfrentadas para a implementação do controle recaem na capacitação técnica e investimentos de infra-estrutura para o desenvolvimento dos processos produtivos.
- Por apresentar caráter notoriamente preventivo ao surgimento de riscos, a avaliação do plano APPCC é de extrema validade, conferindo às indústrias, credibilidade para a colocação dos seus produtos nos mais exigentes mercados, além de ser um requisito para acordos bilaterais quando se deseja a garantia da equivalência entre sistemas de controle e inspeção entre países importadores.
- As ações corretivas propostas para o atendimento dos pré-requisitos associados ao sistema APPCC e a avaliação apresentada podem subsidiar a implementação do Programa e permitir a oferta de um pescado seguro com atendimento de seu caráter preventivo.
- O presente estudo demonstrou que, o ecossistema microbiano, representado pela *Pseudomonas*, esteve presente na matéria-prima, durante a produção dos filés e após o congelamento, independente dos tratamentos higiênico-sanitários aplicados como requisitos das BPF associadas ao Programa APPCC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. E. Hazard analysis and critical control point – original “spin”. **Food Control**, v. 13, p. 355–358, 2002.

AFONSO, L. O. B.; O. B. GUDDE, E. M.; LEBOUTE, E. S. M. G.; SOUZA, S. M. G. Método para incubação artificial de ovos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p. 502-505, 1993.

AGNESE, A. P. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica - RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, p. 67-70, 2001.

ALBUQUERQUE, W. F.; ZAPATA, J. F.; ALMEIDA, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, p. 264–271, 2004.

ALLEN, D. M. Microbial testing and modernizing food safety. **Meat Marketing and Technology**, v. 9, p. 74–85, 2001.

AL-HARBI M, A.; UDDIN, N. Seasonal variation in the intestinal bacterial flora of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis aureus*) cultured in earthen ponds in Saudi Arabia. **Aquaculture**, v. 229, p. 37-44, 2004.

AL-MARZOUK, A. E. Association of *Pseudomonas anguilliseptica* with mortalities in cultured marine orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* in Kuwait. **Fish Pathol.** V. 34, p. 167–168, 1999.

ALTINOK, I.; KAYIS, S.; CAPKIN, E. *Pseudomonas putida* infection in rainbow trout **Aquaculture**, V. 261, p. 850-855, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 ed. Washington, 1219p, 1992

ANKLAM, E.; BATTAGLIA, R. Food analysis and consumer protection. **Trends in Food Science and Technology**, v. 12, p.197–202, 2001.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Padrão Microbiológico para Alimentos**. Disponível em: <www.anvisa.gov.br/legis/resl/12-01rdc.html> Acesso: 11 de janeiro de 2007.

ARIAS-ECHANDI, M. L.; ANTILLÓN, F. Contaminación microbiológica de los alimentos em Costa Rica. **Revista Biomed**, Costa Rica, v. 11, p. 113-122, 2000.

ARRUDA, L. F. Aproveitamento do Resíduo do Beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de Silagem de Óleo como Subprodutos. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p. 96, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington, 1995. 1141p.

AYROZA, L. M. S.; FURLANETO, F. P. B. Piscicultura no médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Revista Aqüicultura & Pesca**, n. 12, 2005.

AZANZA, M. P. V.; ZAMORA-LUNA, M. B. V. Barriers of HACCP team members to guideline adherence. **Food Control**, v. 16, p. 15 -22, 2005.

AZANZA, K.L.; SCHLOSSER, W. Hazard analysis and critical control point HACCP history and conceptual overview. **Risk analysis**, v. 22, p. 547-552, 2002.

BAGGE-RAVN, D.; NG, Y.; HJELM, M.; CHRISTIANSEN, J. N.; JOHANSEN, C.; GRAM, L. The microbial ecology of processing equipment in industries- analysis of the microflora during processing and following cleaning and disinfection. **Food microbiology**, v. 87, p. 239-250, 2003.

BANSEMIR, A.; BLUME, M.; SCHRÖDER, S.; LINDEQUIST, U. Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria **Aquaculture**. v. 252, p. 79–84, 2006.

BARD, J. Piscicultura intensiva de tilápias. **Informe Agropecuário**, v. 67, n. 6, p. 24-29. 1980.

BARRETO, S. E. N. Descoloração e detoxificação do azo corante alaranjado II por *Geobacillus stearothermophilus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *P. fluorescens* isolados e em culturas mista. **Tese**, 192p, 2006.

BASBY, M.; JEPPESEN, V. F.; HUSS, H. H. Characterization of the of lightly salted lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) roe stored at 5 °C. **Food production Technology**, v. 7, p. 35-51, 1998.

BEIRÃO, L. H., TEIXEIRA, E., MEINERT, E. M., SANTO, M. L. P. E. Processamento e industrialização de moluscos. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP “PECNOLOGIA PARA APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO”, Campinas. **Anais** p. 38-84, 2000.

BIATO, D.O. Detecção e controle do *off flavor* em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por meio de depuração e defumação. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, p.106, 2005.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal:Porto, 1994.336p.

BORGHETTI, J. R. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil**: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: MCT: CNPq, cap.12. p. 353-381, 2000.

BOUALLEGUE, R.; MZOUGH, F. X.; WEILL, N.; MAHDHAOUI, B. Y.; SALEM, H.; SBOUI, F.; GRIMONT AND P. A.; GRIMONT. Outbreak of *Pseudomonas putida* bacteraemia in a neonatal intensive care unit, **Journal. Hosp. Infect.** v. 57, p. 88–91, 2004.

BRASIL, Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Portaria nº 451. **Diário Oficial da União**, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle: APPCC a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Superintendência Federal de Agricultura no Rio Grande do Sul, Unidade de Vigilância Agropecuária/Rio Grande/RS. **Circular** GAB-DIPOA, nº 10/2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal** – RIISPOA. Pescados e derivados. Brasília, 2001. <<http://www.agricultura.gov.br/sda>>. Acesso em 10 de janeiro de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS. **Compêndio de legislação de alimentos**. São Paulo: ABIA, 2001

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 1428, de 26 de novembro de 1993. Dispõe sobre o controle de qualidade na área de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção I. 1993.

BRASIL. Código de Defesa do Consumidor (CDC) - LEI Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 1, 1990.

CAMPO, L. F. C. Tilápia Roja 2003, una evolución de 22 años de la incertidumbre al éxito. **Manual de Manejo Industrial de la Tilapia Roja**, V. 25, n. 6, p. 1-94, 2003.

CANABARRO, T. Isolamentos de bactérias e vírus em peixes de águas do município de Santa Maria e arredores. **Dissertação**. Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 81p, 1991.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**, Jaboticabal: FUNEPE, p.189, 1992a.

CASTAGNOLLI, N. Situação atual e perspectiva da aquicultura no Brasil. In: Simpósio sobre nutrição de peixes e crustáceos, Campos de Jordão, 1995. **Anais**, Campinas: CBNA, p. 1-8, 1995b.

CASTRO, M.F.P.M.; SCHMIDT, F.L.; LEITÃO, M.F.F. Boas práticas agrícolas e aplicação do sistema APPCC no cultivo e processamento industrial do café obtido pela via seca. **Revista Higiene Alimentar**, v. 16, n. 96, p. 29-42, 2002.

CARDOSO, N. L. C.; BORGES ANDRÉ, M. C. D. P.; SERAFINI, A. B. Avaliação microbiológica de carne de peixe comercializada em supermercado da cidade de Goiânia – GO. **Revista Higiene Alimentar**, v. 17, n. 9, p. 81-87, 2003.

CARVALHO NETO, C. de. **Manual Prático de Biologia e Controle dos Roedores**, São Paulo: Novartis, 2005.

CLEMENT, S.; LOVELL, R.T. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquicultura**, v. 119, p. 299-310, 1994.

COCHE, A.G. Cage culture of tilapia. In: PULLIN, R.S.V., LOWE MCCONNEL, R.H. (ED.). **Biology and culture of tilapias**. Philippines: International Center for Living Aquatic Resources Management, cap. 3, p. 205-246, 1982.

CODEBELLA, A.; GENTELINI, A. L.; SIGNOS, A.; MARTINS, C. V. B.; BOSCOLO, W. R. Caracterização Bromatológica do Filé e Pasta Protéica da Carcaça de Tilápia do Nilo. In: Encontro Anual de Iniciação Científica. **Anais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, **Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization**, Rome, p. 3-51, 1997.

CONTE, L.. Produtividade e economicidade da tilapicultura em gaiolas na região sudeste do Estado de São Paulo: estudo de casos. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, p. 60, 2002.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994.

CORMIER, R. J.; M. MALLET, M.; CHIASSON, S.; MAGNÚSSON, H.; VALDIMARSSON, G. Effectiveness and performance of HACCP-based programs. **Food Control**. V.XXX, p.XXX-XXX, 2006.

CORMIER, R. J. Reliability concepts applied to the Canadian quality management program. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 11, p. 30–38, 2002.

CROSS, H. R. HACCP: Pivotal Change for the Meat Industry. **Food Technology**. p. 236, 1997.

CULLOR, J. S. HACCP (Hazard Analysis Critical control Points): Is it coming to the dairy. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 12, p. 3449-3452, 1997.

DRESCH, R. R.; JONG, E.V. Implantação da análise de perigos e pontos críticos de controle na fabricação de queijos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 16, n. 100, p. 30-36, 2002.

ENEROTH, A.; CHRISTIANSSON, A.; BRENDHAUG, J.; MOLIN, G. Critical contamination sites in the production live of pasteurized milk with reference to the psychrotrophic spoilage flora. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 829 - 834, 1998.

FAGUNDES, C.M. Identificação de *pseudomonas fluorescens*, *p. fragi*, *p. aeruginosa* e *p. putida* no leite bovino em propriedades leiteiras com manejos higiênicos distintos. **Tese**, Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, p. 80, 2004.

FERREIRA, S. O. Aplicação de tecnologias a espécies de pescado de água doce visando atender a agroindústria rural. **Dissertação**, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” 122p, 1987.

FIGUEIREDO, V. F.; COSTA NETO, P. L. Implantação do APPCC na Indústria de Alimentos. **Gestão & Produção**, v. 8, p. 100-111, 2001.

FITZSIMMONS, K. Tilapia: the most important aquaculture species of the 21st century. In: **Internacional symposium on tilapia aquaculture**, Rio de Janeiro. DPA/MA, p. 3-8, 2000.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia de Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. **Bacteriological analytical manual**. 8 ed. Washington, 1995.

FURTINI, L. L. R.; ABREU, L. R. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 358-363, 2006.

GAGNON, B.; MCEACHERN, V.; BRAY, S. The role of the Canadian government agency in assessing HACCP. Canada, **Food Control**, v.11, p. 359-364, 2000.

GENTA, T. M.; MAURÍCIO, A. A.; MATIOLI, G. Avaliação das Boas Práticas através de *check-list* aplicado em restaurantes self-service da região central de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Sci. Health Sci**, v. 27, p. 151-156, 2005.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**: Qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos. Varela, 59p, 2003.

GILL, C. O.; NEWTON, K. G. Growth of bacteria on meat at room temperatures. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 49, p. 315 – 323, 1980.

GÓES, J. A. W. Efeito do atraso no resfriamento sobre a caracterização da qualidade da tilápia (*Oreochromis niloticus*) conservada em gelo. **Dissertação**, 118p, 1987.

GONTIJO FILHO, P. P.; SILVA, C. R. M.; KRITSKI, L. Ambiente climatizado, portaria 3523 de 28/08/98 do Ministério da Saúde e Padrões de Qualidade do Ar de Interiores do Brasil. **Jornal de Pneumologia**, v. 26, 2000.

GRAM, L.; GROSSART, H. P.; SCHLINGLOFF, A.; KIORBOE T. Possible quorum sensing in marine snow bacteria: production of acylated homoserine lactones by *Roseobacter* strains isolated from marine snow. **Appl Environ Microbiol**, V. 68, p.11-16, 2002.

GRAN, H. M.; WETLESEN, A.; MUTUKUMIRA, A. N.; RUKURE, G.; NARVHUS, J. A. Occurrence of pathogenic bacteria in raw milk, cultured pasteurized milk and naturally soured milk produced at small-scale dairies in Zimbabwe. **Food Control**, v. 14, p. 539-544, 2003.

GROBE, S.; WINGENDER, J.; FLEMMING, H. C. Capability of mucoid *Pseudomonas aeruginosa* to survive in chlorinated water. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, v. 204, p. 139-142, 2001.

HAMADA-SATO, N.; USUI, K.; KOBAYASHI, T.; IMADA, C.; WATANABE, E. Quality assurance of raw fish based on HACCP concept. Japan, **Food Control**, v.16, p. 301-307, 2005.

HADJADENWURCEL, J. R. Sistema HACCP Aplicado a indústria de Alimentos; Apostila do Curso: Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle na Indústria de Laticínios. In: **SEMINÁRIO da ABEA**, São Paulo, 1997.

HENROID, D.; SNEED, J. Readiness to implement hazard analysis and critical control point - HACCP systems in Iowa schools. **Journal of the American Dietetic Association**, v.104, p.180-185, 2004 .

HEYDORN, A., NIELSEN, A. T., HENTZER, M.; STERNBERG, C.; GIVSKOV, M.; ERSBOLL, B. K.; MOLIN, S. Quantification of biofilm structures by the novel computer program COMSTAT. **Microbiology**, v. 146, p. 2395-2407, 2000.

HIELM, S.; TUOMINEN, P.; AARNISALO, K.; RAASKA, L.; MAIJALA, R. Attitudes towards own-checking and HACCP plans among Finnish food industry employees. Finland, **Food Control**, v. 17, p. 402-407, 2006.

HIGUERA-CIAPARA, I.; NORIEGA-OROZCO, L.O. Mandatory aspects of the seafood HACCP system for the USA, Mexico and Europe. **Food Control**, v.11, p. 225-229, 2000.

HIRSCH, D.; PEREIRA JÚNIOR, D. J.; LOGATO, P. V. R.; PICCOLI, R. H.; FIGUEIREDO, H. C. P. Identificação e resistência a antimicrobianos de espécies de *Aeromonas* móveis isoladas de peixes e ambientes aquáticos. **Ciência Agrotécnica**. v. 30, n. 6, p. 1211-1217, 2006.

HOWARD, L.R.; GONZALEZ, A.R. Food safety and produce operation: what is the future? **Hortscience**, v. 36, p. 33-39, 2001.

HULEBAK, K. L. SCHLOSSER, W. Hazard analysis and critical control point (HACCP) history and conceptual overview. **Risk analysis**, v. 22, p. 547–552, 2002

HUSS, H. H.; ABABOUC, L.; GRAM, L. Assessment and management of seafood safety and quality. **FAO Fisheries Technical Paper**, n. 444, 2003.

HUSS, H.H. Quality and quality changes in fresh fish. **Technological Laboratory**. Ministry of Agriculture and Fisheries. Denmark, p. 195, 1995.

KEENLEYSIDE, M.M.A. Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution. **Fish and fisheries**. Chapman & Hall, p. 378, 1998.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, p. 285, 2000.

KRAFT, N. Microbiology of poultry products. **Journal of Milk and Food Technology**, v. 34, p. 23-29, 1971.

KNOCHEL, S., HUSS, H. H. Ripening and spoilage of sugarsalter herring with and without nitrate:I. Microbiological and related chemical changes. **Journal Food Technology**, v. 19, v. 203-213, 1984.

IGARASHI, M. A. Aspectos Técnicos e Econômicos do Cultivo de Tilápias em Tanques-Rede no Brasil e perspectivas de desenvolvimento na atividade no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 133-149, 2003.

International Dairy Federation **Journal of Dairy Research**. v. 46, p. 161-409, 1997.

JAY, J.M. **Microbiologia moderna de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, p. 804, 1994.

JOUBE, J.L. Principles of food safety legislation. **Food Control**, vol. 9, n. 2-3, 1998.

KLUGMAN, K. P. The role of clonality in the global spread of fluoroquinolone-resistant bacteria. **Clinical Infectious Diseases**, v. 36, n. 15, p. 783-785, 2003.

KONECKA-MATYJEK, E.; TURLEJSKA, H.; PELZNER, U.; SZPONAR, L. Actual situation in the area of implementing quality assurance systems GMP, GHP and HACCP in Polish food production and processing plants. **Food Control**, v.16, p.1–9, 2005.

KONEMAM, E.W.; ALLEN, S.D.; JANDA, W.M.; SCHRECKENBERGER, P.C., WINN, JR.W.C. **Diagnóstico Microbiológico**. Medsi Editora Médica e Científica Ltda, 2001.

KIRK, S. F. L.; GREENWOOD, D.; CADE, J. E.; PEARMAN, A. D. Public perception of a range of potential food risks in the United Kingdom. **Appetite**, v. 38, p. 189–197, 2002.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, p. 285, 2000.

JOPPEN, T. The HACCP paradox. **Food Engineering and Ingredients**, v. 29, p. 22–24, 2004.

LEITE NETTO, M. Ministro Fritsch analisa os setores de Aqüicultura e Pesca no Brasil. **Entrevista**, São Paulo. Disponível em <[http:// www.portalradar.com.br](http://www.portalradar.com.br)>. Acesso em 31 de agosto de 2005.

LEIVAS, M. K.; MASSON, M. L. Aspectos relevantes sobre GMP e PPHO como pré-requisitos para o programa HACCP. In: **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Microbiologia**, p. 121, 2002.

LEONHARDT, J. H.; CAETANO FILHO, M.; FROSSARD, H.; MORENO, A. M. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Ciências Agrárias**, v. 27, p. 125 – 132, 2006.

LIAO, W. R.; LIN, J. Y.; SHIEH, W. Y.; JENG, W. L. Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios. **J. Ind. Microbiology Biotech**, V. 30, p. 433–439, 2003.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica agroindustrial - Revalorización alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza: Acribia, 428p, 1994.

LINES, J. A.; ROBB, D. H.; KESTIN, S. C.; CROOK, S. C.; BENSON, T. Electric stunning: a humane slaughter method for trout. **Aquaculture**, v. 28, p. 141–154, 2003.

LIRA, G.M. Avaliação da qualidade de peixe comercializados na cidade de Maceió – Al. **Revista Higiene Alimentar**, v. 15, p. 67-74, 2001.

LÓPEZ-ROMALDE, S.; MAGARIÑOS, B.; NÚÑEZ, S.; TORANZO, A. E.; ROMALDE, J.L. Phenotypic and genetic characterization of *Pseudomonas anguilliseptica* strains isolated from fish. **Aquat. Anim.** v. 15, p. 39–47, 2003.

LÓPEZ-ROMALDE, S.; MAGARIÑOS, B.; RAVELO, C.; TORANZO, A. E.; ROMALDE, J. L. Existence of two O-serotypes in the fish pathogen *Pseudomonas anguilliseptica*. **Veterinary Microbiology**, v. 94, p. 325–333, 2003.

LOVSHIN, L. L. Tilapia farming: A growing worldwide aquaculture industry. In: Simpósio sobre manejo e nutrição de peixes, Campinas, **Anais**, p. 137-164, 1997a.

LOVSHIN, L. L. Tilapia culture in Brazil. **Tilapia Aquaculture in the Americas, The World Aquaculture Society**, v. 2, p. 133–140, 2000b.

LYHS, U.; KORKEEALA, H.; VANDAMME, P.; BJÖRKROTH, J. *Lactobacillus alimentarius*: a specific spoilage organism in marinated herring. *International Journal Food Microbiol.* v. 64, p. 355-360, 2001.

MACHADO, M. I. R. Elaboração e implantação de um programa de análises de perigos e pontos críticos de controle numa indústria pesqueira da região Sul do Brasil. **Dissertação**. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, p.102, 2003.

MACMILLAN, J. R.; HUDDLESTON, T.; WOOLLEY, M.; FOTHERGILL, K. Best management practice development to minimize environmental impact from large flow-through trout farms. **Aquaculture**. V. 226, p.91–99, 2003.

MAINA, J. G.; BEAMES, R. M.; HIGGS, D.; MBUGUA, P. N.; IWAMA, G.; KISIS, S. M. Digestibility and feeding value of some feed ingredients fed to tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 33, p. 853-862, 2002.

MARCHI, J. F. Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de polpa de surimi produzidos a partir de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) **Dissertação** (M.S.) Universidade Federal de Viçosa L. Viçosa, p. 85, 1997.

MCKNIGHT, S. Issues in water and safety. **Food Protection Trends**, v. 22, p. 504, 512, 2002

MEDEIROS, F.; TOLEDO, L.; KLEIBER, L. Pescado: Brasil joga a rede. **Exportar & Gerência**, n. 21, p.18-25, 2000.

MEGGINSON, L. C.; MOSLEY, D. C.; PIETRI JÚNIOR, P. H. **Administração**. 4. ed. São Paulo: Harbra, 1998.

MINOZZO M. G.; VAZ, S. K.; GUBIANI, E. A.; JOHANN, A. P.; LAMPERTI, P. M.; MASSAGO, H.; BOSCOLO, W. R. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO FILÉ DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus* L.), SUBMETIDOS AO CONGELAMENTO COM E SEM GLAZEAMENTO OU RESFRIADOS. Maringá. **Anais**. Universidade Estadual de Maringá, 2002.

MINOZZO M. G. Elaboração de patê cremoso a partir de file de Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Paraná, **Dissertação** – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, p. 127, 2005.

MORTIMORE, S. Na exemple of some procedure used to asses HACCP systems within the food manufacturing industry. **Food Control**, v.11, p. 403-410, 2000.

MORTIMORE, S. How to make HACCP really work in practice. **Food Control**, v.12, p. 209–215, 2001.

MOORE, G.; GRIFFITH, C.; PETERS, A. Bactericidal properties of ozone and its potential application as a terminal disinfectant. **Journal Food Prot.** v. p.1100-1106, 2000.

MOTARJEMI, Y.; Regulatory Assessment of HACCP: a FAO/WHO Consultation on the Government Agenccies in Assessing HACCP; Switzerland, v. 11, **Food Control**, p. 341-343p, 2000.

NAKAI, T.; PARK, C. Bacteriophage therapy of infectious diseases in aquaculture. **Research in Microbiology**. V. 153, p. 13 –18, 2002.

NOGEIRA, G.; NAKAMURA, C. V.; TOGNIM, M. C. B. Qualidade microbiológica de água potável de comunidades urbanas e rurais, Paraná. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, p. 232-236, 2003.

NORBACK, L. **Guia de características**, Sistema de seguridade de los alimentos, mayo, 1998.

NUNES, T. P. Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica de carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte. **Dissertação**- Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ 117p, 2003.

OETTERER, M. Agroindústria beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, enfoques nos pontos críticos e higiênicos e nutricionais. Piracicaba, 198p. **Tese** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1999a.

OETTERER, M. Industrialização do pescado congelado. Guaíba: **Agropecuária**, p. 200, 2002b.

OETTERER, M.; SIQUEIRA, A A. Z. C.; GRYSCHKEK, S. B. Tecnologias emergentes para processamento do pescado produzido em piscicultura. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**, Cap. 15, p. 481-500, 2004.

OLIVEIRA, A. F. A. Implantação do sistema APPCC (análise de perigos e controle de pontos críticos). **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 35, p. 56-61, 2001.

OLSSON, G. B.; OLSEN, R. L.; OFSTAD, R. *Post-mortem* structural characteristics and water-holding capacity in Atlantic halibut muscle. *Lebensm.-Wiss.* **Technologia**, v. 36, p. 125–133, 2003.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; PEDINI, M. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. In: VALENTI, W.C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Ed.). **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília, cap.12, p. 353-381, 2000.

PACHECO, D. O peixe de ouro da aqüicultura brasileira. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, Dipemar, v. 28, n. 325, p. 154-159, 2004.

PACHECO, T. A., LEITE, R. G. M., ALMEIDA, A. C., SILVA, N. M. O., FIORINI, J. E. (2004b) Análise de Coliformes e Bactérias Mesofílicas em Pescado de Água Doce. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 116/117, p. 68-72, jan./fev. 2004.

PANISELLO, P. J.; QUANTICK, P. C. Technical barriers to hazard analysis critical control point (HACCP). **Food Control**, v. 12, p. 165 –173, 2001.

PARISI, G.; MECATTI, M.; LUPI, P.; SCAPPINI, F.; POLI, B. M. Comparison of five slaughter method for European sea bass. Changes of isometric contraction force and pH during the first 24 hours post mortem. **International Conf. Aquaculture Eur**, Italy, p. 417– 418, 2002.

PERBER, W. H. HACCP and transparency. **Food Control**, v. 16, p. 505–509, 2005.

PERZ, J. F.; CRAIG, A. S.; STRATTON, C. W.; BODNER, S. J.; PHILLIPS, W. E.; SCHAFFNER, W. *Pseudomonas putida* septicemia in a special care nursery due to contaminated flush solutions prepared in a hospital pharmacy, **Journal Clinic Microbiology**. 43, p. 5316–5318, 2005.

PETA, C.; KAILASAPATHY, K. HACCP – Its role in dairy factories and the tangible benefits gained through its implementation. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 50, p. 74-78, 1995.

POLI, B. M.; ZAMPACAVALLO, G.; IURZAN, F.; de FRANCESCO, M.; MOSCONI, G.; PARISI, G. Biochemical stress indicators changes in sea bass as influenced by the slaughter method. **International Conf. Aquaculture Eur**. Italy, p. 429–430, 2002.

POPMAN, T. J.; LOVSHIN, L. L. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Alabama: **International center for Aquaculture and Aquatic Environments**, p. 23, 1996.

RABELO, A.M.A. Métodos Sensoriais para análise de pescado. **Controle de Qualidade de Pescado**. São Paulo, Loyola, p.109, 1988.

RADU, S.; AHMAD, N.; LING, F. H.; REEZAL, A. Prevalence and resistance to antibiotics for *Aeromonas* species from retail fish in Malaysia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 81, p. 261-266, 2003.

ROBBS, P. Aplicação do programa APPCC na cadeia agroindustrial do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, Curitiba. **Anais**. UFPR, p. 67-71, 2000.

RØRA, A. M. B.; FURUHAUG, R.; FJAERA, S. O.; SKJERVOLD, P. O. Salt diffusion in pre-rigor filleted Atlantic salmon. **Aquaculture**, v. 232, p. 255–263, 2004.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; SLINDE, E.; HILDRUM, K. I. Early *post mortem* muscle shortening and tension in relation to tenderness in beef *M. Longissimus*. **Journal Muscle Foods**. V. 14, p. 265–280, 2003.

ROTH, B.; SLINDE, E.; ARILDSEN, J. Pre or *post mortem* muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on *rigor mortis* and the physical properties of flesh. **Aquaculture**, v. 257, p. 504-510, 2006.

ROTH, B.; MOELLER, D.; SLINDE, E. Ability of electric field strength, frequency and current duration to stun farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) and pollock (*Pollachius virens*) and relations to observed injuries using sinusoidal and squarewave. **Aquaculture**, V. 65, p. 208–216, 2004.

RYAN, F. L. Aplicação do método de análise de risco por pontos críticos de controle, em cozinhas industriais. **Revista Higiene Alimentar**, v. 7, n. 25, p. 15-22, 1993.

SALEM, M.; KENNEY, P.B.; KILLEFER, J.; NATH, J. Isolation and characterization of calpains from rainbow trout muscle and their role in texture development. **Journal Muscle Foods**, v. 15, p. 245–255, 2004.

SALES, R. Processamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis (O.) niloticus*) em Dietas Experimentais com Ratos. Campinas, **Tese**, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

SALES, R. de O.; OLIVEIRA, J. A. P. do L. Avaliação do estado de frescor do pescado capturado em água doce e mantidos sob refrigeração, no açude de Orós, Ceará. **Ciência Agrônômicas**, v.19, p. 109 –115, 1988.

SALES, R. de O.; SALES, A. M. Estudo da composição química e rendimento de dez espécies de pescado de água doce de interesse comercial nos açudes do nordeste brasileiro. **Ciência Agrônômicas**. V.1/2, p. 27-30, 1990.

SANTOS FILHO, C. J. Aplicação do Sistema de ARCPC na Indústria de Produtos Pesqueiros do Brasil – Avaliação dos Resultados Alcançados. In: I **Seminário Internacional de Análises de Riscos e Controle dos Pontos Críticos – ARCPC**, Rio de Janeiro, 1997, 11p.

SCORVO FILHO, J. D. Custo operacional de produção da criação de tilápias vermelha da flórida e tailandesa em tanques-rede de pequeno volume. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 71-79, 2006.

SENAI. **Guia para elaboração do plano APPCC**. Brasília: SENAI/DN, 2000. 162p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI. **Guia de elaboração do plano APPCC** – Laticínios e sorvetes. Brasília: Senai/DN, p.162, 2000.

SHAMA, S.; BRANDÃO, D. A.; VARGAS, A. C.; COSTA, M. M.; PEDROZO, A. F. Bactérias com potencial patogênico nos rins e lesões externas de jundiás (*Rhamdia quelen*) cultivados em sistema semi-intensivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 293-298, 2000.

SHEWAN, J. M. The bacteriology of fresh and spoiling fish and biochemical changes induced by bacterial action. In: Conference on handling, processing and marketing of tropical fish. **Proceedings**, p. 51-56, 1977.

SHOJAEI, H.; SHOOSHTARIPOOR, J.; AMIRI, M. Efficacy of simple hand-washing in reduction of microbial hand contamination of Iranian. **Food Research International**, v. 39, p. 525- 529, 2006.

SIDEL, J. L.; STONE H. in ALMEIDA, T.C.A.; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M. H.; SILVA DA M. A. A. P. **Optimization: Industrial Outlook**, In: Avanços em Análise Sensorial ; São Paulo, Livraria Varela, 1999.

SILVA, F. T.; GOMES, C. A. O. Segurança alimentar de leite e derivados: aplicação de BPF e APPCC. In: **O agronegócio do leite e os alimentos lácteos funcionais**. Juiz de Fora, p. 109 – 150, 2001.

SILVA, J. A. As novas perspectivas para o controle sanitário dos alimentos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, n. 65, p. 22-25, 1999.

SIQUEIRA, A. A. Z. C. Efeito da irradiação e refrigeração na qualidade e no valor nutritivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Dissertação**, Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, p, 105, 2001.

SKJERVOLD, P. O.; BENCZE RØRA, A. M.; FJAERA, S.O.; VEGUSDAL, A.; VORRE, A.; EINEN, O. Effects of pre-, in-, or post-rigor filleting of live chilled Atlantic salmon. **Aquaculture**, v. 194, p. 315–326, 2001.

SOARES, J.; BENNITEZ, L. B.; TERRA, N. N. Análises de ponto críticos no abate de frangos, através da utilização de indicadores microbiológicos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 16, n. 95, p. 53-61, 2002.

SOCCOL, M.C.H., Otimização da vida útil da tilápia cultivada (*Oreochromis niloticus*), minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Dissertação**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, p.124, 2002.

SORHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology** . v. 8, p. 35-41. 1997.

SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; BUENO FRANCO, M. R.; PRADO, I. N.; VISENTAINER, J. V. Composição química, perfil de ácidos graxos e quantificação dos

ácidos alinolênico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico em vísceras de tilápias (*Oreochromis niloticus*). **Acta Sci. Technol**, v. 27, p. 73-76, 2005.

SPEXOTO, A. A. Aplicação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) em propriedades leiteiras. **Dissertação**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, 2003.

STIEN, L. H.; SUONTAMA, J.; KIESSLING, A. Image analysis as a tool to quantify rigor contraction in pre-rigor-filleted fillets. **Computers and Electronics in Agriculture**. V. 50, p.109–120, 2006.

SUWANRANGSI, S. HACCP implementation in the Thai fisheries industry. Thailand, **Food Control**, v. 11, p. 377-382, 2000.

TAKANO, M.; SIMBOL, A. B. YASIN, M.; SHIBASAKI, I. Bactericidal effect of freezing with chemical agents. **Journal of Food Science**, v. 44, p.122-155, 1979.

TAYLOR, E.; TAYLOR, J. Z. Using qualitative psychology to investigate HACCP implementation barriers. **International Journal of Environmental and Health Research**, v.14, p. 53–63, 2004.

TORRES, R. O cenário da aqüicultura mundial. **Aqüicultura & Pesca**, v. 16, p. 4-8, 2006a.

TORRES, R. Tilápia abre fronteiras internacionais. **Aqüicultura & Pesca**, v. 22, p. 21-23, 2006b.

TRENZADO, C. E.; CARRICK, T. R.; POTTINGER, T. G. Divergence of endocrine and metabolic responses to stress in two rainbow trout lines selected for differing cortisol responsiveness to stress. **Gen. Comp. Endocrinol**. V. 133, p. 332–340, 2003.

TRYFINOPOULOU, P.; DROSINOS, E. H.; NYCHAS, J. E. Performance of *Pseudomonas* CFC-selective medium in the fish storage ecosystems. **Journal of Microbiological Methods**, v. 47 p. 243–247, 2001.

URAZ, G.; CITAK, S. The isolation of Pseudomonas and other gram-negative psychrotrophic bacteria in raw milks. **Journal Basic of Microbiology**. v. 38, n. 2, p. 129-134. 1998.

VAZ, j. de O.; PARREIRA, W. B. **A tilápia**. São Paulo: Departamento de Produção Animal, s.d. 12p.

VAZQUEZ, J. A.; GONZALEZ, M. P.; MURADO, M. A. A new marine medium Use of different fish peptones and comparative study of the growth of selected species of marine bacteria. **Enzyme and Microbial Technology**. V.35, p.385–392, 2004.

VEISETH, E.; FJÆRA, S. O.; BJERKENG, B.; SKJERVOLD, P.O. Accelerated recovery of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from effects of crowding by swimming **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 144 p. 351–358, 2006.

VELA, A. R., FERNÁNDEZ, J. M. Barriers for the developing and implementation of HACCP plans: Results from a Spanish regional survey. **Food Control**, v.14, v. 333–337, 2003.

VIALTA, A.; MORENO, I.; VALLE, J. L. E. Boas práticas de fabricação, higienização e análise de perigos e pontos críticos de controle na indústria de laticínios. **Industria de Laticínios**, v. 6, n. 37, p. 56-63, 2002.

VIEIRA, K. V. M.; MAIA, D. C. C.; JANEIRO, D. I.; VIEIRA, R. H. S. F.; CEBALLOS, B. S. O. Influência das condições higiênico-sanitárias no processo de beneficiamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Higiene Alimentar**, v. 14, p. 37-40, 2000.

VISENTAINER, J. V., MATSUSHITA, M., SOUZA. N. E., CATHARINO, R. R., FRANCO, M. R. B. Composição química e de ácidos graxos em tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas à dieta prolongada. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, n. 313, 2003.

VIVANCO, M. L. M., Estudo da Difusão do Cloreto de Sódio no Filé de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) Utilizando Volumes Limitados de Salmoura. Campinas, 1998, **Dissertação**, Universidade Estadual de Campinas, 1998.

ZANARDI, A. M. P.; TORRES, E. A. F. S. Avaliação da aplicação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC, em preparações com carne bovina de um serviço de refeição a bordo. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n.78, p. 28-36, 2000.

ANEXOS

Anexo 1

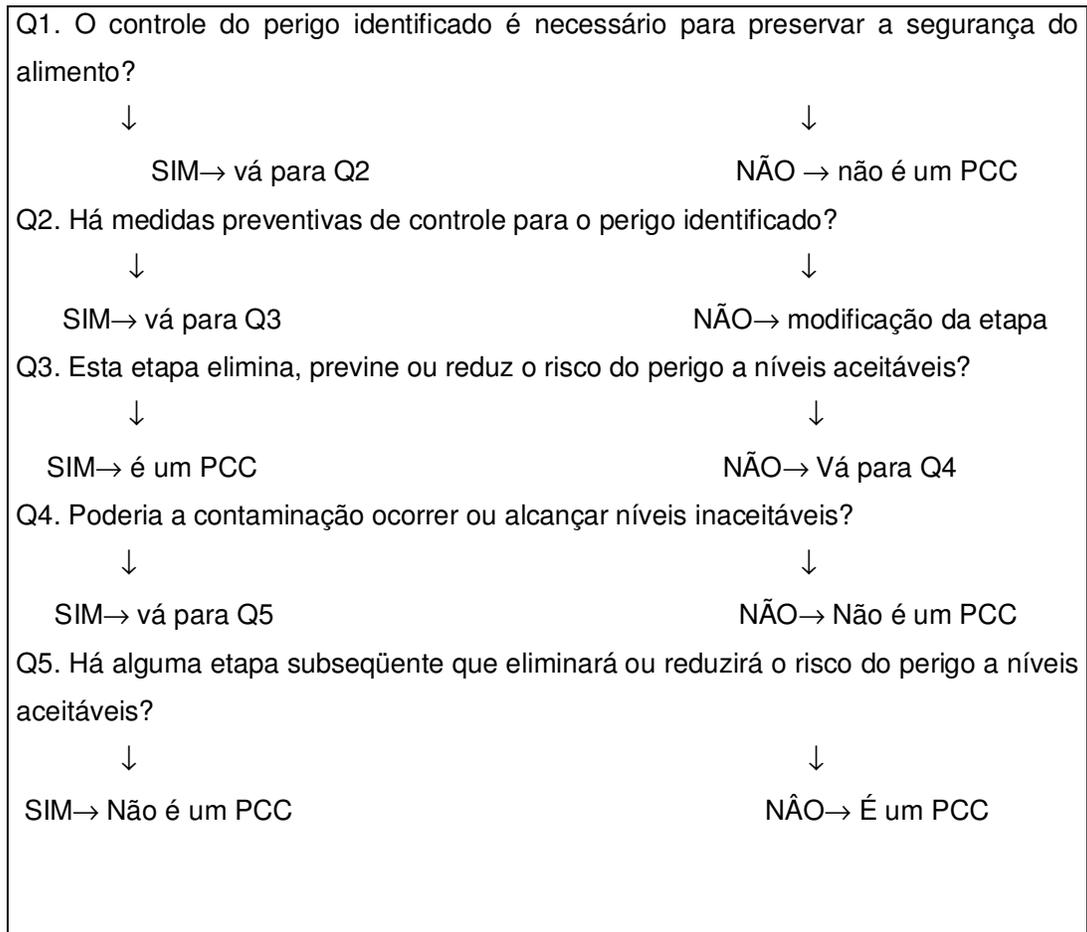


Figura 1 - Árvore decisória geral para identificação dos Pontos Críticos de Controle

Anexo 2

CLASSIFICAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

		COSTA SUL PESCADOS LTDA. Análise sensorial do peixe fresco					Nº: Data: __/__/__	
Transporte <input type="checkbox"/> Caminhão		Matéria-prima <input type="checkbox"/> Tilápia		Fornecedor			Nº Nota Fiscal	
Características	Primeira Categoria	Pontos	Categoria Comercial	Pontos	Categoria Inferior	Pontos	Rejeitável	Pontos
Guerlas	Vermelho Vivo	9	Vermelho Pálido e Castanho Avermelhado	6	Castanho Escuro e Castanho Avermelhado	3	Branco Amarelado a Limoso	0
Olhos	Claros Brilhantes e Salientes	9	Introduzido nas Órbitas, Branco, Nebulosos ou Avermelhado	6	Introduzidos nas Órbitas, Branco Baço, Sangüíneos	3	Sem Olhos	0
Pele	Cor Normal, Lustrosa e Clara	9	Cor Baço, sem Aparência, Limosa	6	Perdeu a Cor Normal e Lustrosa, com Estrutura Muscular Visível	3	Grave Descoloração Pele em Avançado Estado de Decomposição	0
Odor	Típica de Peixe Recentemente Capturado	9	Odor Pouco Acentuado	6	Ligeiramente Azedo ou Rançoso, mas não a Putrefação	3	Azedo Rançoso ou à Putrefação	0
Danos na Estrutura Muscular	Nenhuma Deformação ou Mutilação	9	Ligeiras Deformações ou Multiplicações, Nenhuma fenda	6	Algumas Fendas e estruturas Ligeiramente Esmagadas	3	Muitas Fendas esmagado ou Mutilado, 20% da carne exposta	R(a)
Grau de Firmeza Muscular e da Barriga	Firmeza e Elástica	9	Firme, Não Elástica	6	Mole	3	Muito Mole e Moída	0
Total de Pontuação	45 a 54		27 a 44		9 a 26		Menos de 9	

(a) Rejeitável

Primeira Categoria: Excelente

Categoria Comercial: Bom

Categoria Inferior: Regular, Limite de Aceitação

Rejeitável: Fora do Limite de Aceitação

 Responsável Costa Sul
 Pescados

		COSTA SUL PESCADOS LTDA. Controle de Qualidade - Filetagem			Nº: _____ Data: ___/___/___		
Transporte <input type="checkbox"/> Caminhão		Matéria-prima <input type="checkbox"/> Tilápia		Fornecedor		Nº Nota Fiscal	
HORA	EXAME SENSORIAL						
	Consistência	Cor	Aspecto	Presença de espinhas	Presença de escamas	Manchas de sangue	Presença de pele
OBS: (registrar a troca de espécies)							

Bom - B
 Aceitável com restrições – AR
 Ruim - R

Responsável Costa Sul Pescados

Anexo 5

CONTROLE DE PONTO CRÍTICO RC-3

		COSTA SUL PESCADOS LTDA. Controle de Qualidade - Pesagem				Nº: Data: ___/___/___					
Peso líquido <input type="checkbox"/> 250 g <input type="checkbox"/> 500 g			Produto <input type="checkbox"/> Tilápia			Turno <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Tarde					
Nº Ordem	Peso bruto	Tara	Peso líquido	Erro individual B (+) C (-)		Nº Ordem	Peso bruto	Tara	Peso líquido	Erro individual B (+) C (-)	
Soma	A:	B:	C:	D:	E:	Soma	A:	B:	C:	D:	E:

- a) N (número de unidades da amostra examinada): _____
- b) Erro mínimo individual: _____
- c) Erro máximo individual: _____
- d) Erro médio $\frac{D+E}{N} =$ _____
- g) Erro relativo $\frac{D+E}{N} \times \frac{100}{b} =$ _____

 Responsável Costa Sul Pescados

Anexo 6 CONTROLE DE PONTO CRÍTICO RC-4

		COSTA SUL PESCADOS LTDA. Controle de Qualidade – Embalagem				Nº: Data: ___/___/___	
-------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------	--	--	--	----------------------------------------	--

 COSTA SUL PESCADOS	COSTA SUL PESCADOS LTDA. Controle de Cloração de Água	RC-4 Nº:
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	---------------------------

DIA/MÊS												
HORA	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00
COLORO RESIDUAL (ppm)												

DIA/MÊS												
HORA	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00
COLORO RESIDUAL (ppm)												

DIA/MÊS												
HORA	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00
COLORO RESIDUAL (ppm)												

DIA/MÊS												
HORA	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00	8:00	10:00	14:00	16:00
COLORO RESIDUAL (ppm)												

Obs:

Pescados

Responsável Costa Sul

Anexo 8

INSPEÇÃO SANITÁRIA INDUSTRIAL

	COSTA SUL PESCADOS LTDA. Inspeção Sanitária Industrial	RC-5 Nº:		
RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO:		Data: ___/___/___		
ÁREAS INSPECIONADAS	1	2	3	OBSERVAÇÕES
<u>Observações:</u>				

- 1 – Aceitável
- 2 – Pequena alteração
- 3 – Não aceitável

Responsável Costa Sul Pescados