

**UNIVERSIDADE
EDUARDO MONDLANE**



**FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

TRABALHO DE LICENCIATURA

Avaliação da qualidade do peixe *Sillago sihama*
comercializado nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo.

Autor: **Virgílio Salomão Tete**

Maputo, Julho de 2012

UNIVERSIDADE
EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

Avaliação da qualidade do peixe *Sillago sihama*
comercializado nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo.

Autor: Virgílio Salomão Tete

Supervisora:

Prof^a. Doutora Amália Uamusse

Co-supervisores:

dr. Carlos Riquixo

dr^a. Maria Luiz

Maputo, Julho de 2012

DEDICATÓRIA

Em memória da minha mãe Deolinda Mucuiu Tete.

Ao meu pai Salomão Tete que sempre me apoiou e me incentivou na carreira estudantil e aos meus irmãos Alcídio, Ância, Edmundo, Elsa, Maimuna e Lúcia por todo o carinho e apoio moral.

À minha querida família que conviveu muitos anos nas cerimónias familiares sem contar com a minha presença devido aos estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre do meu lado e oferecer-me as oportunidades certas nos momentos certos.

À Prof^a. Doutora Amália Uamusse, pela orientação e apoio, que tornou possível a realização do trabalho usando o próprio fundo para compra da amostra, conservação e transporte até ao laboratório durante aproximadamente dois meses.

À Prof^a. Doutora Fung Dai Kin pelas sugestões para o melhoramento do trabalho e pelas correcções ortográficas feitas em todo o trabalho.

Ao dr. Carlos Riquixo e a dr^a. Maria Luiz por todo o apoio prestado, principalmente pela forma como orientaram este trabalho de pesquisa.

Ao meu grande amigo Paulo Cumbane por todo o apoio prestado, pela forma como acompanhou e orientou os meus estudos na Universidade.

À Mércia Albertina Macamo pelo amor, carinho, compreensão, paciência e encorajamento nos momentos difíceis.

À minha família como um todo, pelo apoio e incentivo.

Aos funcionários do Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo pelo apoio e conhecimentos transmitidos durante o estágio.

Aos meus colegas do Departamento, em especial ao dr. Carmona Ubisse, pelo apoio e incentivo.

Finalmente, a todos aqueles que não citei, mas que de alguma forma, contribuíram para mais esta conquista.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra, que o presente trabalho é da minha autoria, tendo sido elaborado usando recursos aos quais faço referência ao longo do texto.

Maputo, Julho de 2012

Autor

(Virgílio Salomão Tete)

RESUMO

O pescado apresenta um valor nutricional e medicinal importante para quem o consome. Muitas vezes este alimento chega ao consumidor com qualidade, propriedades nutricionais e funcionais reduzidos devido a factores intrínsecos e extrínsecos que o tornam altamente susceptível ao processo da deterioração, sendo necessário por um lado o desenvolvimento de novas tecnologias de preservação e por outro lado a implementação correcta de tecnologias tradicionais existentes baseadas no resfriamento, congelamento, secagem, salga, que são técnicas importantes na conservação. A manipulação e a conservação inadequada durante a captura e comercialização representam os principais problemas para a qualidade do pescado.

Com o objectivo de avaliar a qualidade do peixe *Sillago sihama* comercializado nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo, as amostras foram submetidas a análises sensoriais, a testes das Bases Voláteis Totais-Nitrogenadas (BVT-N), pH, Trimelamina (TMA) e a análises microbiológicas (contagem de bactérias aeróbicas totais, coliformes totais, fecais e a *Escherichia coli*). Estes testes analisados em conjunto, são considerados parâmetros adequados no reconhecimento da qualidade do pescado.

Os dois mercados apresentaram um peixe de qualidade aceitável para o consumo com valores médios das BVT-N inferiores a 25 mg/100 g, da TMA inferiores a 15 mg/100 g e do pH inferior a 7. As contagens de bactérias aeróbicas totais foram inferiores a 10^5 limite crítico na legislação moçambicana e constatou-se a presença de coliformes fecais incluindo a *Escherichia coli* nas amostras colhidas nos dois mercados, sugerindo-se melhorias nas condições higiénicas desde o processo de captura, conservação, transporte, comercialização deste produto e até a limpeza costeira, dado que esta espécie é predominantemente encontrada na costa.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	iv
DECLARAÇÃO DE HONRA.....	v
RESUMO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJECTIVOS.....	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos	3
3. METODOLOGIA	4
4. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	6
4.1. Composição química do pescado.....	6
4.2. Qualidade do pescado	9
4.2.1. <i>Factores que afectam a qualidade do pescado.</i>	9
4.2.2. <i>Parâmetros gerais seguidos para aferir a qualidade do pescado.</i>	10
4.3. Deterioração do pescado.....	11
4.4. Alterações sensoriais.....	11
4.5. Alterações químicas.....	12
4.5.1. <i>Alterações autolíticas.</i>	12
4.5.2. <i>Alterações nos compostos nitrogenados não proteicos (NNP).</i>	13
4.5.3. <i>Alterações nos lípidos</i>	13
4.6. Alterações microbiológicas.....	14

4.7. Métodos de conservação do pescado	15
4.8. Avaliação da qualidade do pescado	16
4.8.1. Avaliação da frescura pelos métodos sensoriais	16
4.8.2. Avaliação da qualidade pelos métodos físico-químicos	17
4.8.2.1. Determinação do pH.....	18
4.8.2.2. Determinação das Bases Voláteis Totais-Nitrogenadas.....	18
4.8.2.3. Determinação da Trimetilamina.....	19
4.8.2.4. Determinação da Dimetilamina.....	20
4.8.2.5. Determinação do Amoníaco	20
4.8.2.6. Determinação do sulfureto de hidrogénio (gás sulfídrico).....	21
4.8.2.7. Determinação de aminas biológicas.....	22
4.8.2.8. Determinação da hipoxantina.....	23
4.8.2.9. Determinação de metais pesados.....	23
4.8.3. Avaliação da qualidade pelos métodos instrumentais.....	25
4.8.4. Avaliação da qualidade pelos métodos microbiológicos.....	25
4.8.4.1. Bactérias aeróbicas totais.....	25
4.8.4.2. Coliformes fecais.....	26
5. PARTE EXPERIMENTAL	28
5.1. Descrição do local de amostragem	28
5.2. Materiais e Reagentes	30
5.3. Amostragem.....	32
5.4. Procedimento Experimental.....	32
5.4.1. Análise sensorial.....	32
5.4.2. Análises físico-químicas.....	33
5.4.2.1. Determinação do pH.....	33

5.4.2.2. <i>Determinação das Bases Voláteis Totais-Nitrogenadas</i>	33
5.4.2.3. <i>Determinação da Trimetilamina</i>	34
5.4.3. <i>Análises microbiológicas</i>	34
5.4.3.1. <i>Preparação dos meios de cultura</i>	34
5.4.3.2. <i>Preparação da amostra</i>	35
5.4.3.3. <i>Contagem de bactérias aeróbicas totais</i>	36
5.4.3.4. <i>Determinação de coliformes totais, fecais e Escherichia coli</i>	37
6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	38
6.1. Análises sensoriais.....	38
6.2. Análises físico-químicas.....	39
6.3. Análises microbiológicas.....	44
7. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	47
8. CONCLUSÕES.....	51
9. RECOMENDAÇÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	A

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de alguns ácidos gordos polinsaturados existentes no pescado	7
Figura 2. Estrutura de aminoácidos essenciais presentes no pescado.....	7
Figura 3. Estrutura de algumas vitaminas existentes no pescado	8
Figura 4. Hidrólise do fosfolípido com a produção de 1-acilglicerofosfolina e um ácido gordo	14
Figura 5. Transformação anaeróbica da glicose em ácido láctico.	18
Figura 6. Conversão da OTMA em TMA.....	20
Figura 7. Formação da DMA e FA a partir da OTMA	20
Figura 8. Desaminação da serina a ácido pirúvico.	21
Figura 9. Libertação do sulfureto de hidrogénio e do amoníaco a partir da cisteína	21
Figura 10. Descarboxilação da histidina e da tirosina.	22
Figura 11. Formação da hipoxantina a partir da adenosina monofosfato	23
Figura 12. Comercialização do pescado no mercado de peixe Costa do Sol.....	28
Figura 13. Comercialização do pescado no mercado Porto de Pesca de Maputo.....	29
Figura 14. Representação esquemática da inoculação da amostra em placas de Petri.	36
Figura 15. Contador de colónias (A) e Formação de colónias características de cor amarela (B).	36
Figura 16. Fluxograma resumido para análise de coliformes totais, fecais e <i>Escherichia coli</i>	37
Figura 17. Confirmação da <i>Escherichia coli</i> pelo anel vermelho.....	37
Figura 18. Gráfico comparativo dos resultados do pH	41
Figura 19. Gráfico comparativo dos resultados das BVT-N	43
Figura 20. Gráfico comparativo dos resultados da TMA	43

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Minerais presentes no músculo do pescado.	8
Tabela 2. Bactérias específicas de deterioração do peixe fresco.	15
Tabela 3. Conteúdo de metais pesados (valores médios em mg/kg)	24
Tabela 4. Classificações sensoriais da <i>Sillago sihama</i>	38
Tabela 5. Resultados do pH da <i>Sillago sihama</i> - Costa do Sol.	39
Tabela 6. Resultados do pH da <i>Sillago sihama</i> - Porto de Pesca de Maputo.	39
Tabela 7. Resultados das BVT-N e da TMA da <i>Sillago sihama</i> - Costa do Sol.	41
Tabela 8. Resultados das BVT-N e da TMA da <i>Sillago sihama</i> - Porto de Pesca de Maputo.	42
Tabela 9. Resultados das análises microbiológicas da <i>Sillago sihama</i> - Costa do Sol.	44
Tabela 10. Resultados das análises microbiológicas da <i>Sillago sihama</i> - Porto de Pesca de Maputo.	44
Tabela 11. Resultados do pH simplificados para efeitos de estatística - Costa do Sol.	47
Tabela 12. Resultados do pH simplificados para efeitos de estatística - Porto de Pesca.	47
Tabela 13. Concentrações simplificadas das BVT-N para efeitos de estatística - Costa do Sol.	48
Tabela 14. Concentrações simplificadas das BVT-N para efeitos de estatística - Porto de Pesca.	49
Tabela 15. Concentrações simplificadas da TMA para efeitos de estatística - Costa do Sol.	49
Tabela 16. Concentrações simplificadas da TMA para efeitos de estatística - Porto de Pesca.	50
Tabela 17. Resultados comparativos entre $F_{2,4(\text{calculado})}$ e $F_{2,4(\text{teórico})}$ no tratamento estatístico.	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

AP	Água Peptonada
BGBB	Brilliant Green Bile Broth (Caldo verde brilhante e bile)
BVT-N	Bases Voláteis Totais Nitrogenadas
DMA	Dimetilamina
ECB	<i>Escherichia coli</i> Broth
FAO	Food and Agriculture Organization
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point (Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo)
ICMSF	International Commission on Microbiological Standard on Foods
IPCP	Instituto Português de Conservas e Pescado
LIP	Laboratório de Inspeção de Pescado
LSTB	Lauryl-Sulphate Tryptose Broth
NMP	Número mais provável
NNP	Nitrogénio não proteico
OTMA	Óxido de Trimetilamina
PCA	Plate Count Agar (Placas de Agar para contagem)
TMA	Trimetilamina
VB	Verde bromocresol
VM	Vermelho de metilo

1.INTRODUÇÃO

O pescado, sob ponto de vista nutricional, é um alimento que constitui uma das principais fontes proteicas de alto valor biológico e energético, lípidos de excelente qualidade, vitaminas hidrossolúveis (complexo B), lipossolúveis (A e D), minerais importantes sob ponto de vista fisiológico tais como Mg, Ca, Fe, P, Zn, Cu, entre outros, (Bertulho, 1975; Sosa & Rodriguez, 1984). Porém, o principal constrangimento da utilização deste como alimento pelo homem é a rápida deterioração que se verifica em ambientes de temperaturas tropicais (Reilly *et al.*, 1990).

A conservação do pescado apresenta muitos problemas, uma vez que a decomposição ocorre rapidamente devido aos inúmeros microrganismos presentes na pele, nos intestinos, nas gueltras, condições que aceleram o início da deterioração. Além disso, o pH próximo da neutralidade, a elevada actividade de água nos tecidos e altos teores de compostos nitrogenados não proteicos fazem com que o pescado seja considerado um dos produtos de origem animal mais susceptível ao processo da deterioração (Leitão, 1984).

A presença de vírus, bactérias, protozoários não resulta apenas na deterioração do alimento mas a ingestão de microrganismos patogénicos veiculados pelo pescado contaminado no seu habitat e na cadeia de comercialização, estão por detrás do aumento progressivo de doenças, causando dano à saúde dos consumidores (Wanda & Sousa, 1998). Em ambientes aquáticos os peixes são os mais afectados pela contaminação, principalmente os das águas costeiras onde predomina a *Sillago sihama*, peixe pertencente à família Sillaginidae, vulgarmente conhecido no sul de Moçambique de *Pescadinha*.

A *Sillago sihama* apresenta requisitos típicos preferidos pelo consumidor, tais como carne branca de textura firme, fácil digestão, sabor adocicado, fácil formação de filetes e odor agradável. É considerada uma das espécies altamente susceptível ao processo da deterioração devido à sua origem biológica, condições do seu habitat, manipulação e venda realizadas a temperaturas do meio ambiente, tornando-a um excelente alvo para a pesquisa de elementos de origem bacteriológica, parasitológica, de contaminação orgânica e mineral.

A venda de peixes frescos em praças públicas de Maputo apesar de ser uma prática tradicional, apresenta muitas fragilidades, uma vez que os comerciantes não observam algumas regras de segurança tais como, o uso de equipamentos que asseguram a conservação, a refrigeração e manipulação ideais enquanto exposto a venda.

Diversos países conhecem o impacto na saúde e o peso monetário que as doenças transmitidas por alimentos representam em suas comunidades (Silva & Matté, 2008). Nos países com recursos limitados como Moçambique, as doenças transmitidas por alimentos são desvalorizadas, principalmente entre a população de baixo nível sócio-económico uma vez que não existem dados confiáveis sobre o número de casos de doenças transmitidas por alimentos e os custos de hospitalização, que vão desde uma simples intoxicação alimentar até ao óbito.

Com o objectivo de fornecer ao serviço nacional de inspecção do pescado subsídios para actuar na defesa da saúde do consumidor, assim como oferecer aos pescadores e vendedores mecanismos de intervenção e implementação de melhorias na qualidade dos alimentos por eles comercializados, realizou-se um estudo sobre qualidade de peixes frescos mediante análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas da *Sillago sihama*.

2. OBJECTIVOS

2.1. Geral

✓ Avaliar a qualidade do peixe *Sillago sihama* comercializado nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo usando os métodos sensoriais, físico-químicos e microbiológicos.

2.2. Específicos

- ✓ Determinar a frescura da *Sillago sihama* através da avaliação sensorial
- ✓ Determinar o pH
- ✓ Determinar o teor das Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (BVT-N)
- ✓ Determinar o teor da Trimetilamina (TMA)
- ✓ Quantificar as bactérias aeróbicas totais
- ✓ Pesquisar a presença de coliformes totais
- ✓ Pesquisar a presença de coliformes fecais
- ✓ Pesquisar a presença da *Escherichia coli*

3. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu das seguintes etapas:

- ✓ Pesquisa bibliográfica
- ✓ Colheita da amostra
- ✓ Parte experimental
- ✓ Redacção do relatório final.

1) Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica baseou-se na consulta de livros e artigos científicos publicados, que abordam diversos assuntos teóricos sobre química dos alimentos, qualidade do pescado, microbiologia, nutrição, bioquímica, tecnologia alimentar e produção industrial de alimentos.

2) Colheita de amostra

As amostras foram colhidas no Município de Maputo nos maiores centros de venda de peixe fresco, nomeadamente, mercados de peixe Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo durante o período de Março a Maio de 2011. As amostras eram imediatamente introduzidas em sacos plásticos e acondicionadas em colma contendo gelo, transportadas ao laboratório de Inspeção de Pescado de Maputo onde foram recepcionadas, codificadas e distribuídas para as várias secções para a posterior realização das análises planificadas.

3) Parte experimental

A parte experimental foi realizada no Laboratório de Inspeção de Pescado de Maputo que consistiu na realização de análises qualitativas e quantitativas usando os métodos prescritos para indicar o grau de qualidade do peixe *Sillago sihama*. Para análises sensoriais as amostras foram analisadas na sua forma inteira, em filetes e cozidas, para análises físico-químicas e microbiológicas extraiu-se a musculatura da amostra e com reagentes químicos e meios de cultura apropriados faziam-se as dissoluções e por filtração preparava-se a solução a analisar.

4) Redacção do relatório final.

Para a redacção do relatório, primeiro analisou-se os resultados e, sendo satisfatório foi elaborado o relatório final com a utilização dos programas Microsoft Office 2007, Chemoffice 2004 para a digitação e desenho das estruturas e pacotes estatísticos tal como a ANOVA bimodal.

4. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

4.1. Composição química do pescado

A composição química do pescado varia em função de numerosos factores, uns de natureza intrínseca: genética, morfológica e fisiológica e outros de natureza ambiental, relacionados com as condições de vida, particularmente da alimentação. As maiores diferenças entre espécies verificam-se no conteúdo lipídico (Sosa & Rodriguez, 1984).

Principais constituintes do pescado

1) Lípidos

Os lípidos dos peixes diferem dos lípidos encontrados nos mamíferos principalmente por estarem constituídos de ácidos gordos de cadeia longa (14-24 átomos de carbono) com um alto grau de insaturação (figura 1) (Huss, 1999). Encontram-se nos animais marinhos 21 ácidos gordos insaturados: 1:C₁₀; 1:C₁₂; 1:C₁₄; 2:C₁₆; 6:C₁₈; 3:C₂₀; 3:C₂₂ e 4:C₂₄ (Bertulho, 1975).

Os lípidos presentes no peixe são muito benéficos para a saúde do consumidor na prevenção e redução de doenças coronárias, reumáticas, diabéticas, hipertensão moderada e cancro. As substâncias com essas propriedades funcionais são os ácidos gordos polinsaturados, especialmente o eicosapenténico e o dodecahexenóico (Hall, 1992). Ensaios em seres humanos mostram que uma dieta rica em peixes gordos contendo quantidade elevada de ácido eicosapenténico faz baixar a taxa de colesterol e a taxa de triglicéridos (Ferreira, 1994). O ácido araquidónico é precursor de leucotrienos, tromboxanos e prostanglandinas, que regulam o fluxo sanguíneo para determinados órgãos, estimulam a resposta inflamatória, participam no controlo de transporte de iões através das membranas, modulam a transmissão sináptica (dos impulsos nervosos) e induzem o sono (Campos, 2002).

Do ponto de vista nutricional dos seres humanos, alguns ácidos, como linoléico e linolénico contidos no pescado são considerados essenciais pois não são sintetizados pelo organismo humano e são responsáveis pelo crescimento humano e a cicatrização das lesões específicas da pele (Huss, 1999).

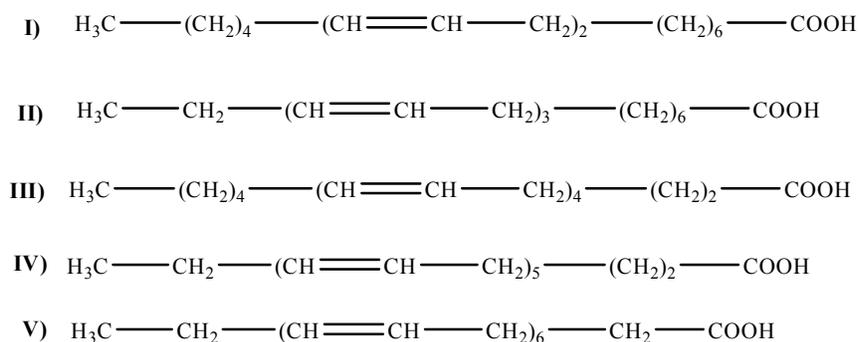


Figura 1. Estrutura de alguns ácidos gordos polinsaturados existentes no pescado: ácido linoléico (I), ácido linolénico (II), ácido araquidónico (III), ácido eicosapentenoico (IV), ácido dodecahexenoico (V)

2) Proteínas

O pescado é consumido principalmente como fonte de proteínas. O músculo do pescado é composto por proteínas de elevado valor nutritivo, que contêm alto teor de aminoácidos essenciais, particularmente os limitantes em proteínas de origem vegetal, tais como a lisina e aminoácidos contendo enxofre, metionina e cisteína (figura 2) (Sgarbieri, 1996).

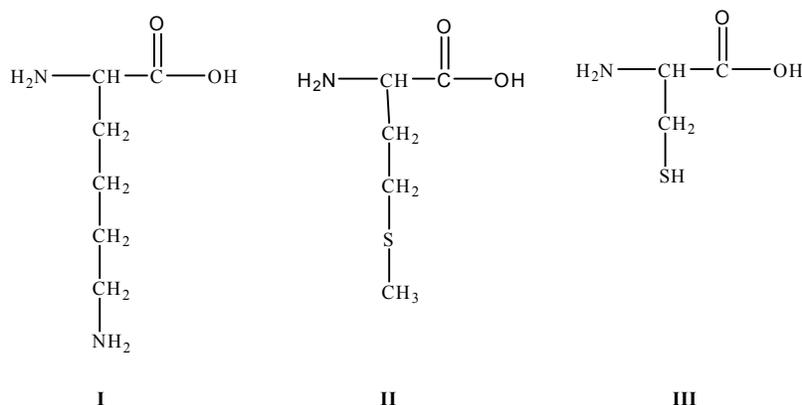


Figura 2. Estrutura de aminoácidos essenciais presentes no pescado: lisina (I); metionina (II), cisteína (III),

3) Vitaminas

A quantidade de vitaminas é específica para cada espécie e pode ser ademais variada, com as estações do ano. Em geral, a carne de peixe é uma boa fonte de vitamina B (componentes de coenzimas) e no caso de espécies gordas, também de vitaminas A (precursor do retinal) e D (regulador do metabolismo de cálcio e fosforo) (figura 3). O teor de vitamina em pescado é comparável com o dos mamíferos, excepto as vitaminas A e D encontradas em grandes quantidades na carne de espécies gordas (Huss, 1999).

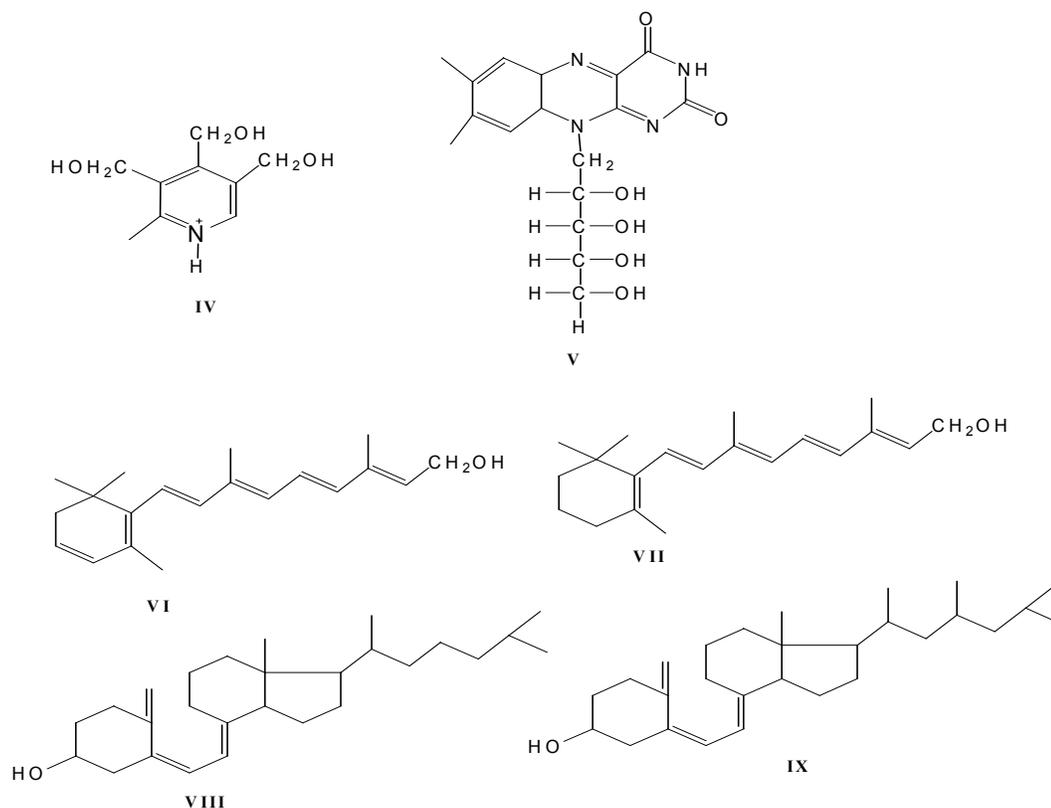


Figura 3. Estrutura de algumas vitaminas existentes no pescado: Piridoxina (IV), riboflavina (V), vitamina A₂ (VI), retinol (VII), vitamina D₃ (VIII) e vitamina D₄ (IX).

4) Minerais

Os minerais que se encontram no pescado são: potássio, sódio, magnésio, cálcio, ferro, cobre, zinco e cobalto. Pode-se incluir também o fósforo, enxofre e iodo (tabela 1). A carne do peixe considera-se uma fonte valiosa de cálcio e fósforo em particular, bem como ferro e cobre. Peixes de água salgada são ricos em iodo (Burgess *et al*; 1979).

Tabela 1. Minerais presentes no músculo do pescado.

Elemento	Quantidade mg/kg	Elemento	Quantidade mg/kg
Ca	48 – 420	Fe	5 – 248
Mg	240 – 310	Cu	0,4 – 1,7
P	1.730 – 2.170	I	0,1 – 1,0

Fonte: Grosch & Belitz (1997).

O peixe *Sillago sihama* tem o conteúdo proteico que varia entre 19.1-24.96 %, lipídico entre 2.2-4.2%, de carboidratos entre 0.46-0.63 % e teor de água entre 66-81 % (Shamsan & Ansari, 2010).

4.2. Qualidade do pescado

A qualidade de um alimento é definida pela sua composição, suas propriedades nutricionais e suas propriedades funcionais (Sgarbieri, 1996). O termo qualidade engloba um grande número de significados tais como: segurança, delícias gastronómicas, pureza, nutrição, aparência, sabor, cheiro, consistência, honestidade, valor, excelência do produto (Huss, 1997). A ausência de microrganismos deterioradores e patogénicos, contaminantes químicos e aditivos químicos em quantidades prejudiciais são um conjunto de requisitos que também determinam a qualidade do pescado (Pearson, 1976).

4.2.1. Factores que afectam a qualidade do pescado

Se todas as pessoas que manipulam o pescado, desde a captura e durante a comercialização, compreendessem a importância da implementação rigorosa de duas regras simples poderia evitar-se que grande parte do pescado fosse vendido com qualidade reduzida.

- 1) Refrigeração do pescado
- 2) Limpeza do pescado

A temperatura é um dos factores mais importantes de que depende a alteração; quanto maior for a temperatura mais rápido será o crescimento de microrganismos (John, 1968), que atacam os tecidos do peixe decompondo as biomoléculas com a libertação do amoníaco e outros compostos nocivos, por vezes tóxicos como é o caso da histamina (Ferreira, 1994). Submetendo o pescado a refrigeração conservam-se em grande parte o valor nutritivo e as características organolépticas (Grosch & Belitz, 1997) e quanto mais frio se mantiver o pescado, mais longo será o seu tempo de vida útil (John, 1968).

Do mesmo modo que é necessário inibir a actividade de bactérias que causam alteração do pescado mantendo-o a temperaturas baixas, é igualmente importante evitar a sua contaminação por contacto com superfícies sujas onde ele poderia adicionar mais germes na carga bacteriana que normalmente estão presentes no pescado. Isto só pode ser conseguido se o material e o utensílio utilizado esteja isento de microrganismos.

Uma limpeza escrupulosa deve ser considerada necessária e manejada em toda a cadeia de comercialização tendo em conta que o pescado é um produto altamente perecível (John, 1968).

4.2.2. Parâmetros gerais seguidos para aferir a qualidade do pescado

Os parâmetros a seguir são usados para verificar o estado higiénico e salubridade do pescado bem como se reúne as condições necessárias a transformação a que se destina (Instituto Português de conservas e pescado, 1987).

- 1) exame organoléptico:
 - a) exame externo
 - b) estado dos olhos
 - c) concavidade branquial
 - d) concavidade abdominal
 - e) músculos
- 2) provas químicas
 - a) determinação das substâncias amoniacaís por intermédio do reagente de Nessler
 - b) determinação das BVT-N
 - c) determinação da TMA
 - d) determinação das substâncias redutoras voláteis
- 3) provas físicas
 - a) determinação do pH da carne
 - b) determinação da condutividade eléctrica
 - c) determinação do índice de refração
- 4) provas microbiológicas
 - a) conteúdo total de bactérias aeróbicas
 - b) determinação se necessário da espécie bacteriana.

4.3. Deterioração do pescado

Os produtos alimentares, sendo substâncias orgânicas complexas, estão sujeitos a influência de numerosas causas de deterioração e destruição que podem torná-los impróprios para o consumo ou inutilizá-los. Logo que são colhidos da terra (os vegetais), abatidos (os animais) e retirados da água (o pescado), os alimentos começam a ser modificados (Ferreira, 1994).

A deterioração do pescado inicia logo após a morte, como resultado de uma série complexa de alterações que ocorrem no tecido muscular como consequência da actividade das suas próprias enzimas, bacteriana e reacções químicas (Burgess *et al.*, 1971), intensificadas por certas circunstâncias ambientais tais como: exposição ao sol, as chuvas, às poeiras, aos fumos industriais, aos insectos e aos ratos, a falta de evisceração ou evisceração incompleta, adição de sais marinhos ou gelo sujo, transporte em embalagens em mau estado, o mau acondicionamento do pescado, no transporte, a pressão e calor excessivos (IPCP, 1987).

4.4. Alterações sensoriais

As alterações sensoriais são aquelas percebidas pelos órgãos dos sentidos, ou seja, aparência, odor, tacto e sabor (Huss, 1999). A cor, o cheiro, o aspecto e a textura são atributos sensoriais importantes aos alimentos e influenciam de forma decisiva na sua aceitação. O consumidor aprende a associar a boa qualidade com um determinado atributo sensorial que lhe é característico (Sgarbieri, 1996).

O peixe fresco deve apresentar-se com o corpo recoberto de escamas firmemente aderidas à pele, barbatanas firmes e intactas; ventre roliço ou em quilha que ao se pressionar retorna imediatamente a forma anterior; olhos brilhantes, transparentes, salientes que preencham completamente toda a órbita; guelras róseas ou vermelhas, húmidas e com odor característico; ânus fechado sem sinais de relaxamento, assim como todos os orifícios do corpo; corpo firme, elástico, sem sinais de amolecimento, de cor branca ou rósea característica para cada espécie (Hitnari *et al.*, 1998).

O pescado fresco deve apresentar-se ainda sem manchas, partículas estranhas como areia, pedaços de vidro, larvas, insectos e bolores. A presença de elementos acima mencionados poderá estar relacionada com deficiência higiénica durante o processamento e condições de armazenamento impróprio (Burgess *et al.*, 1971). Os peixes mantêm a qualidade de forma diferente e os primeiros sinais de alteração variam de

espécie para espécie influenciadas pelas condições do ambiente e biológicas (Food and Agriculture Organization, 1990).

O peixe é considerado deteriorado sensorialmente quando o odor, a cor e a textura se encontrarem acima dos limites aceitáveis para o consumo (Reilly *et al.*, 1990), quando liberta um cheiro desagradável, as guelras escurecem, as escamas desprendem-se, a carne amolece e os olhos tornam-se côncavos e com manchas de sangue.

4.5. Alterações químicas

As alterações químicas envolvem os próprios sistemas enzimáticos e a intervenção de reacções químicas intensificadas por condições favoráveis do ambiente (humidade, temperaturas elevadas e luz) que levam à oxidação das gorduras, com ranço e descolorações e, no caso de ácidos gordos polinsaturados, a cisão da molécula com produção de peróxidos tóxicos; autólise enzimática que provoca a decomposição e degradação dos constituintes orgânicos, com a sua substituição por substâncias de moléculas muito mais pequenas sem valor alimentar, assim como hidrólise enzimática que desnatura as proteínas e os fosfolípidos (carne de peixes em particular), transformando-os em produtos impróprios para o consumo (Ferreira, 1994).

4.5.1. Alterações autolíticas

As primeiras alterações no pescado ocorrem logo após a captura do pescado pelas enzimas endógenas dos músculos e das vísceras (Burgess *et al.*, 1971; Franzier & Westhoff, 1988).

O pescado contém enzimas que actuam sobre o metabolismo de mais de 50 tipos de proteínas, carboidratos e lípidos. Em função da sua actividade elas dividem-se em hidrolases, lipases, amilases, amidases, fosforilases e oxi-redutases. As enzimas intervêm activamente em todos aqueles fenómenos relacionados com a qualidade ou condição do alimento (Bertulho, 1975).

O peixe recém capturado tem geralmente alimentos no seu tracto digestivo, se não for eviscerado ou congelado imediatamente, as enzimas digestivas podem atacar as vísceras e romper as paredes do ventre causando a decomposição e descolorações (Food and Agriculture Organization, 1990).

A permanência do peixe durante algumas horas à temperatura aproximadamente 40 °C, torna-o pastoso, devido à acção fermentativa da catepsina, pepsina e tripsina sobre as proteínas e peptídios (Sosa & Rodriguez, 1984). As proteínas e peptídios sofrem ainda a acção das enzimas proteolíticas presentes no

intestino do peixe, tais como quimiotripsina (que cliva ligações peptídicas selectivamente no lado carboxílico de aminoácidos aromáticos, tais como triptofano, tirosina e fenilalanina) e carboxipeptidases que danificam o próprio intestino e os tecidos circundantes (Reilly *et al.*, 1990). As alterações autolíticas contribuem para a deterioração principalmente pela formação de metabólitos disponíveis para o crescimento bacteriano, antes que tenha lugar a alteração bacteriana (Burgess *et al.*, 1971).

As alterações autolíticas mais frequentes e as correspondentes enzimas estão resumidas na tabela 1 dos anexos e as alterações enzimáticas são ilustradas pelas figuras 3 e 4 dos anexos.

4.5.2. Alterações nos compostos nitrogenados não proteicos (NNP)

O conteúdo e a natureza dos NNP no pescado afecta o seu grau de alteração durante o armazenamento e são usados para determinar se um peixe é comestível ou venenoso (Bertulho, 1975). Esta fracção NNP constitui 9-18 % de nitrogénio total. Os principais componentes dessa fracção são: trimetilamina, amoníaco, óxido de trimetilamina, creatina, aminoácidos livres, betainas, nucleótidos e bases de purina e, no caso dos peixes cartilagosos, ureia (Sosa & Rodriguez, 1984).

Uma das características mais importantes nas mudanças químicas que ocorrem no músculo dos peixes durante a deterioração é a produção de bases voláteis, como amoníaco e aminas mais baixas (Kreuzer, 1971).

Os NNP são os primeiros que sofrem acção das bactérias, pois nesta fase os lípidos, proteínas e peptídios são resistentes. Somente quando a maior parte dos NNP tiver sido utilizada, as proteínas começam a ser atacadas em escala considerável, ocorrendo importantes mudanças químicas com a produção de diversos compostos de cheiro intenso tais como: sulfureto de hidrogénio, mercaptanos, indol, escatol, ácidos voláteis (Burgess *et al.*, 1971).

4.5.3. Alterações nos lípidos

Os lípidos do pescado sofrem dois tipos de alterações: rancidez oxidativa e hidrólises (Bertulho, 1975). A oxidação dos lípidos afecta directamente os ácidos gordos polinsaturados, anulando o seu valor nutricional e funcional. Peixes gordos são propensos a esta alteração. Quando o peixe for fortemente afectado, possui

um cheiro e sabor muito desagradável, a oxidação dos lípidos ocorre mais rapidamente a temperaturas de armazenamento mais elevadas (Sosa & Rodriguez, 1984).

A rancidez indica a deterioração das gorduras e óleos (Coultate, 1996), a rancidez oxidativa é uma transformação que ocorre nos lípidos que contém ácidos gordos insaturados e que podem sofrer oxidação, degradação e polimerização por um mecanismo de radicais livres; destas transformações resultam aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois, hidrocarbonetos, etc., responsáveis pelas características organolépticas e físico-químicas associadas a este tipo de rancidez, caracterizada por cheiro e sabor fortes de ranço, alteração da cor e da viscosidade do lípido, bem como da sua composição (Bobbio, 1992).

Durante o armazenamento, há uma quantidade considerável de ácidos gordos livres devido a hidrólises (figura 4). O fenómeno é mais profundo para o peixe não eviscerado, provavelmente por enzimas digestivas, triglicéridos nos depósitos da gordura são clivados pela lipase Trigliceril proveniente do aparelho digestivo ou excretada por alguns microrganismos (Huss, 1999).

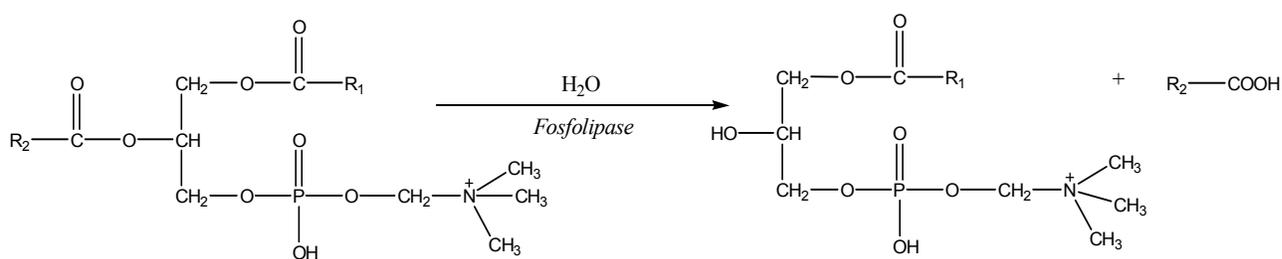


Figura 4. Hidrólise do fosfolípido com a produção de 1-acilglicerofosfocolina e um ácido gordo

4.6. Alterações microbiológicas

Os microrganismos representam a principal causa da deterioração de peixes durante o armazenamento (Arvanitoyannis *et al.*, 2005). As principais origens dos microrganismos presentes no pescado, vão desde a água e o solo, passando pelos utensílios e recipientes onde ficam contidos, sem esquecer do homem que por práticas de higiene pessoal e de manipulação incorrectos é veículo de microrganismos patogénicos (Wanda & Sousa, 1998).

O crescimento bacteriano requer uma fonte de carbono, nitrogénio, enxofre, de energia, água e vários iões para a construção das proteínas, estruturas e membranas que compõem a célula bacteriana e a maquinaria bioquímica da célula (Murran *et al.*, 2004). Em muitos casos os microrganismos usam para o

seu crescimento nutrientes contidos nos alimentos causando a deterioração (Franzier & Westhoff, 1988), traduzida em mudanças no aspecto, sabor, odor e em outras características do alimento (Pelczar *et al.*, 1996). O rápido crescimento microbiano é influenciado pela humidade, temperatura, oxigénio e valor do pH, a humidade elevada é sempre favorecedora, assim como temperaturas até 50 °C, o oxigénio favorece as bactérias aeróbicas e inibe as anaeróbicas, o pH abaixo de 2,5 inibe as bactérias e apenas permite o desenvolvimento de alguns fungos (Ferreira, 1994).

As bactérias responsáveis pela alteração do pescado são as psicotrófilas por se adaptarem a temperaturas frias e continuarem a crescer sob condições normais de refrigeração. Apenas em águas costeiras e água doce existe um número de espécies de bactérias mesófilas, provenientes das águas residuais e de esgotos. As bactérias psicotrófilas existentes na água são, Gram negativas, aeróbicas e móveis, os mais importantes agentes pertencem á géneros *Pseudomonas* e *Achromobacter* (Sosa & Rodriguez, 1984).

As bactérias específicas de deterioração e os subprodutos formados durante alteração do peixe fresco estão resumidas na tabela a seguir.

Tabela 2. Bactérias específicas de deterioração do peixe fresco.

Organismo específico de deterioração	Composto típico da deterioração
<i>Shewanella putrefaciens</i>	TMA, H ₂ S, CH ₃ SH, (CH ₃) ₂ S, Hx
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	TMA, Hx
<i>Pseudomonas</i> spp.	Cetonas, aldeídos, ésteres, ácidos sulfurosos
<i>Vibrionaceae</i>	TMA, H ₂ S
Anaeróbicos deteriorativos	NH ₃ , ácido acético, butírico, propiónico

Fonte: Huss (1999)

4.7. Métodos de conservação do pescado

As técnicas de conservação são, portanto, de grande importância, porque elas atrasam o crescimento de microrganismos de deterioração e garantem a segurança dos consumidores, impedindo a presença de agentes patogénicos (Arvanitoyannis *et al.*, 2005).

A conservação de alimentos deve-se desenvolver rapidamente como um método intermediário de regular a vida dos produtos alimentares entre a produção e o consumo, isto é, de alongar a sua duração sem que se deteriorem ou inutilizem e permitir que o homem não dependa do lugar de produção nem da época do ano

para utilizar os alimentos que lhe convêm, em particular os peixes e as carnes que são os mais facilmente perecíveis, por acção de múltiplos factores agressivos do ambiente. O efeito de todos esses factores traduz-se por perda dos produtos e conseqüente prejuízo económico e falta no consumo por modificações nas suas características de constituição que lhes diminuem a qualidade e por alterações ou presença de bactérias prejudiciais à saúde (Ferreira, 1994).

Os métodos utilizados para preservar os alimentos são baseados em um ou mais dos seguintes princípios: preservação ou remoção da contaminação, inibição do crescimento e do metabolismo microbiano (acção microbiostática), destruição de microrganismos (acção microbocida) (Pelczar *et al.*, 1996).

Os principais processos de conservação do pescado assemelham-se aos indicados para carne (refrigeração, congelação, calor, enlatamento, fumagem, salga e uso de aditivos químicos) (Ferreira, 1994).

4.8. Avaliação da qualidade do pescado

A avaliação da qualidade difere entre alimentos devido à sua origem biológica mas, no geral o objectivo é a produção de alimentos normalizados dentro dos limites comerciais seleccionados apropriadamente (Pearson, 1976). Para produtos de pesca pesquisam-se todos os elementos biofísicos e bioquímicos que perturbam a sua condição normal, fazendo-se uma especial menção aos elementos de origem bacteriológica, parasitológica, de contaminação orgânica e mineral (Bertulho, 1975). A inspecção pelas autoridades é indispensável para que o peixe não chegue ao consumidor em más condições de higiene, a vigilância desde a captura na água, desembarque, transporte, etc, até aos locais de venda é feita de maneira a assegurar que o pescado chegue ao consumidor em bom estado de frescura, ou sofra as operações de preparação e transformação industrial nas condições de higiene necessárias (Ferreira, 1994).

4.8.1. Avaliação da frescura pelos métodos sensoriais

A análise sensorial é amplamente utilizada na prática diária, tanto os consumidores e os inspectores estão envolvidos em avaliar a frescura do pescado. A análise sensorial geralmente divide-se em duas partes: de um lado existe a inspecção visual dos peixes e por outro lado a avaliação é baseada nas conclusões de um painel sensorial para peixes na sequência de um tratamento térmico (Arvanitoyannis *et al.*, 2005).

Devido à rapidez no julgamento, bem como pela facilidade de execução, a análise sensorial é um dos critérios mais utilizados na indústria de pescado para avaliação de qualidade (Abreu *et al.*, 2008).

A avaliação sensorial deve ser feita por pessoas adequadamente treinadas e familiarizadas com os itens utilizados para o julgamento. Sendo uma metodologia subjectiva, deve-se trabalhar com um número apropriado de avaliadores, para garantir a emissão de resultados confiáveis e reprodutíveis. Não é difícil determinar se o pescado está realmente fresco ou alterado pelo método sensorial, o difícil seria apreciar o grau de alteração e os intervenientes (John, 1968).

A determinação da frescura do peixe *Sillago sihama* no presente trabalho incluiu os seguintes itens: o brilho e a presença de muco na pele, a forma dos olhos e as características da córnea e da pupila, a cor e a presença de muco nas guelras, textura muscular, o cheiro e a aparência geral. O grau de frescura da *Sillago sihama* sensorialmente foi dada com ajuda do painel de classificação de frescura que se encontra na tabela 2 dos anexos.

4.8.2. Avaliação da qualidade pelos métodos físico-químicos

Os métodos físico-químicos têm sido utilizados para complementar os métodos sensoriais, são importantes para pesquisar alterações na estrutura do produto que nem sempre são perceptíveis visualmente. Estas análises podem indicar problemas decorrentes do processo de conservação, manipulação, fabricação, etc.

As determinações mais utilizadas para a avaliação da qualidade pelos métodos físico-químicos são:

- ✓ Determinação do pH
- ✓ Determinação das Bases Voláteis Totais Nitrogenadas (BVT-N)
- ✓ Determinação da Trimetilamina (TMA)
- ✓ Determinação da Dimetilamina (DMA)
- ✓ Determinação da hipoxantina (Hx)
- ✓ Determinação da histamina
- ✓ Determinação do amoníaco
- ✓ Determinação do sulfureto de hidrogénio (H₂S)
- ✓ Determinação de metais pesados

4.8.2.1. Determinação do pH

Os processos da decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, alteram o pH. A medida do pH em pescados e derivados é um dado indicativo do estado de conservação (Lutz, 1985).

O pH de um peixe fresco oscila em comum entre 6,0-6,5 e o limite óptimo para o consumo alcança-se ao valor de pH igual a 7,0 (Grosch & Belitz, 1997).

A formação do ácido láctico a partir da glicose (figura 5) é uma transformação de origem enzimática que produz o abaixamento do pH e contracção da musculatura criando uma certa resistência à proliferação bacteriana e um aumento no tempo de conservação (Sosa & Rodriguez, 1984).

A elevação no valor do pH indica a acumulação dos produtos de natureza básica, tais como a trimetilamina, a dimetilamina, amoníaco e algumas bases orgânicas, derivadas das acções microbianas e de enzimas endógenas (Okeyo *et al.*, 2009).

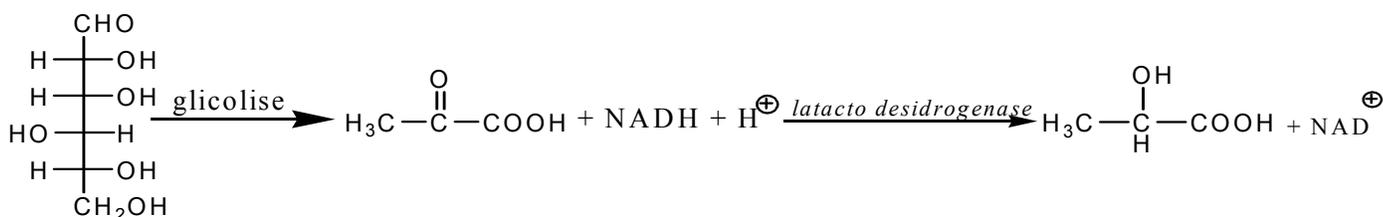


Figura 5. Transformação anaeróbica da glicose em ácido láctico.

4.8.2.2. Determinação das bases voláteis totais-nitrogenadas.

As bases voláteis totais nitrogenadas constituem um parâmetro indicativo do maior ou menor grau de frescura do pescado (Grosch & Belitz, 1997). Em pescados muito frescos a fracção das BVT-N é pequena em quantidades e é unicamente constituída por amoníaco e pequenas quantidades de di e trimetilamina (Bertulho, 1975). A concentração das BVT-N aumenta depois da morte do peixe de acordo com o tempo de armazenamento e as condições aplicadas (Grosch & Belitz, 1997).

As BVT-N encontradas no pescado em deterioração incluem geralmente a dimetilamina produzida por acção autolítica de enzimas durante o armazenamento, a trimetilamina produzida por bactérias, o amoníaco resultante da disaminação dos aminoácidos e nucleótidos, e aminas biológicas resultantes da descarboxilação de aminoácidos (Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo, 2004).

A determinação das BVT-N é um dos métodos mais amplamente usados na avaliação da qualidade dos mariscos (Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo, 2004). Geralmente o teste é recomendado para completar as análises sensoriais quando o pescado está próximo da rejeição (Huss, 1999).

Os métodos amplamente usados para uma determinação de rotina das BVT-N, TMA e DMA são:

- ✓ Destilação por arraste com vapor (Método de Malle e Tao)
- ✓ Método de microdifusão de Conway e Byrne (1933) modificado por Beatty e Gibbons (1937)
- ✓ Método de destilação directa descrito por Antonacopoulos (1968)
- ✓ Método de Murray e Burt (1964).

Para a determinação das BVT-N no presente trabalho foi usado o método de Malle e Tao que consistiu na extracção das bases da amostra por ácido tricloroacético (precipitação das proteínas) e destilação do extracto por meio de corrente a vapor, recolha do destilado e titulação com ácido sulfúrico (Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo, 2004).

4.8.2.3. Determinação da trimetilamina.

O óxido da trimetilamina é convertido em trimetilamina (figura 6) por acção enzimática em um pescado vivo na ordem de 0.2-3 mg por cada 100 g do músculo fresco e em um pescado capturado a conversão é acentuada pelos microrganismos (Sosa & Rodriguez, 1984). Os níveis de TMA alcançam os seus valores máximos devido á crescente multiplicação de microrganismos redutores do óxido de trimetilamina tais como: *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum* e *Vibrionaceae* (Huss, 1999). A TMA é uma substância odorífera quimicamente relacionada com o amoníaco. Os ensaios de TMA são provavelmente os mais importantes de todos os ensaios químicos usados na actualidade para determinar a frescura dos produtos de pesca do mar (Burgess *et al.*, 1971).

Os procedimentos para a determinação da TMA no presente trabalho basearam-se nas mesmas metodologias dos procedimentos para a determinação das BVT-N, a diferença residiu no facto de se adicionar o formaldeído no extracto para neutralizar as amins primarias e secundárias (Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo, 2004).

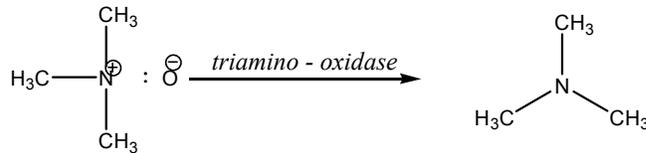


Figura 6. Conversão da OTMA em TMA

4.8.2.4 . Determinação da dimetilamina

No pescado congelado a actividade bacteriana é inibida e o OTMA é convertido em dimetilamina (DMA) e formaldeído (FA) (figura 7) por enzimas autolíticas endógenas (OTMA desmetilase) presente nos tecidos dos peixes. A presença do formaldeído não é o único factor envolvido na mudança da textura durante o congelamento (Huss, 1999). O formaldeído provoca um aumento na desnaturação do músculo, altera a textura e diminui a retenção da água (Huss, 1997).

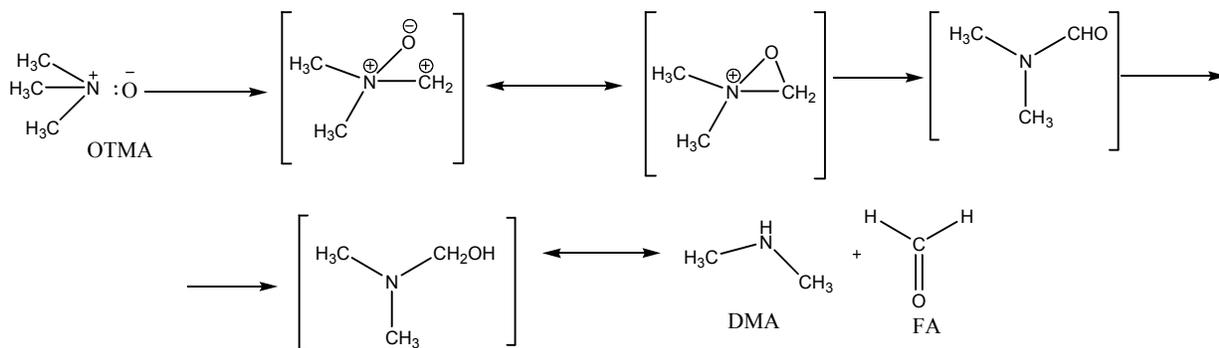


Figura 7. Formação da DMA e FA a partir da OTMA

4.8.2.5. Determinação do amoníaco

O amoníaco produzido pela degradação bacteriana de aminoácidos livres e proteínas do músculo aparece em quantidades consideráveis em uma fase de alteração relativamente tardia e o ensaio não é muito aplicado para espécies que se pretende avaliar à frescura, pois proporciona somente uma indicação do grau de degradação de uma amostra que se encontra degradada (Burgess *et al.*, 1971).

O amoníaco pode-se formar no pescado através de:

- ✓ hidrólises desaminativas com a formação de um hidroxiácido e libertação do amoníaco, por acção de bactérias aeróbicas.

✓ por redução desaminativa, com a formação de um ácido gordo e amoníaco, em processos anaeróbicos.

✓ por oxidação desaminativa, com a formação de um quetoácido e amoníaco (figuras 8 e 9).

✓ por reduções mútuas, em que um aminoácido sofre redução desaminativa e outro oxidação desaminativa, actuando um deles como receptor de hidrogénio do outro aminoácido. A formação do amoníaco como produto final é de grande importância para o crescimento microbiano porque os sais amoniacais formados são utilizados como fonte de nitrogénio (Bertulho, 1975).

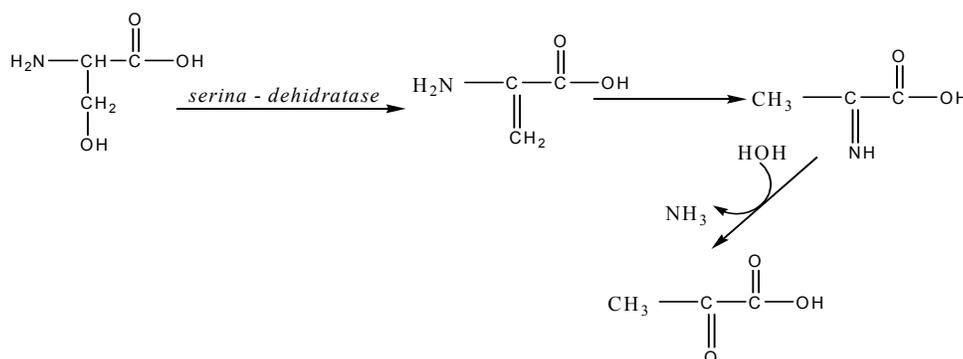


Figura 8. Desaminação da serina a ácido pirúvico.

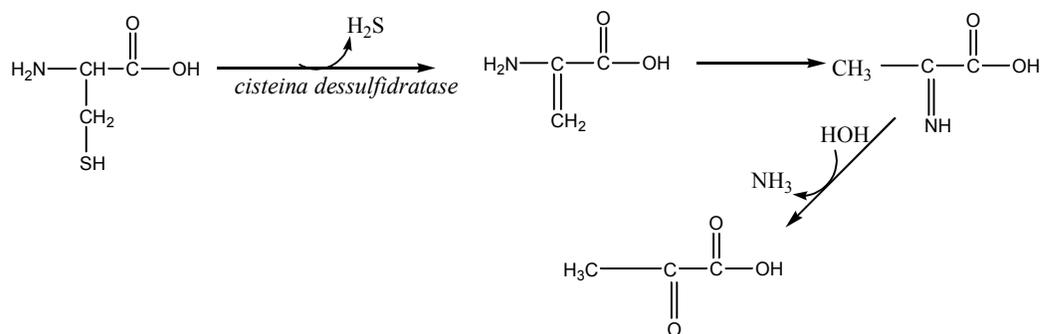


Figura 9. Libertação do sulfureto de hidrogénio e do amoníaco a partir da cisteína

4.8.2.6. Determinação do sulfureto de hidrogénio (gás sulfídrico)

A decomposição bacteriana dos aminoácidos sulfurados da carne do pescado liberta um ou vários sulfuretos voláteis. Compostos voláteis de enxofre são componentes do peixe já deteriorado, produz-se o H₂S a partir da cisteína (figura 9), metil mercaptano (CH₃SH) e sulfureto de dimetilo (CH₃)₂S a partir da metionina e da taurina. Os compostos voláteis de enxofre têm um cheiro muito desagradável e podem ser

detectados mesmo em níveis de partes por bilhão (ppb), mesmo essas pequenas quantidades têm um efeito significativo na qualidade do pescado (Huss, 1999; Lutz, 1985).

4.8.2.7. Determinação de amins biológicas.

A histamina, tiramina, putrescina e cadaverina são substâncias usadas como indicadores de qualidade no pescado (Jay, 2002). Entre as amins biológicas encontradas nos alimentos, a histamina destaca-se por poder causar intoxicações alimentares, a histamina é formada principalmente por actividade bacteriana. A enzima histidina descarboxilase de determinadas bactérias age sobre o aminoácido histidina encontrado em espécies de peixes de carne não branca, formando a histamina. O nível de histamina nos alimentos está relacionado com a concentração de bactérias descarboxiladoras da histidina (Lutz, 1985).

Grandes quantidades de histamina aparecem em pescado já degradado, particularmente nos peixes da família Scombridae e em alguns pelágicos (Reilly *et al.*, 1990).

Estudos experimentais mostram que algumas estirpes de bactérias, em particular coliformes são capazes de transformar 20 % da histidina do peixe em histamina a 30 °C durante 48 h. A histamina não é destruída por cozedura, nem por esterilização e a profilaxia destas intoxicações consiste em evitar a multiplicação bacteriana por refrigeração conveniente dos produtos. A contaminação pode ser extrínseca no decurso das operações de pesca, no barco, no mercado, na fábrica, nas manipulações múltiplas de colocação na caixa ou intrínseca a partir do intestino do peixe, o que corresponde à infecção do peixe ao vivo, ou a passagem dos germes após a morte. A vigilância mais rigorosa do peixe e das conservas tem feito diminuir as intoxicações deste tipo (Ferreira, 1994).

A tiramina é produzida por alguns microrganismos que alteram a qualidade do pescado, principalmente por *Carnobacterium piscícola* e *Weissella viridescens* que aparecem durante a conservação com açúcar ou sal (Jay, 2002).

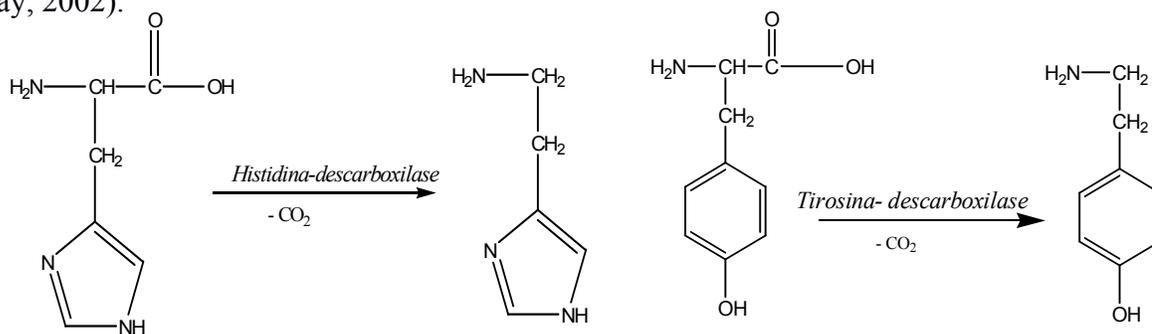


Figura 10. Descarboxilação da histidina e da tirosina.

4.8.2.8. Determinação da hipoxantina

A hipoxantina é uma substância de sabor amargo que resulta das alterações enzimáticas que ocorrem no pescado pouco depois da sua morte (figura 11); desde que a concentração aumente de uma maneira bastante regular durante a alteração, a determinação da quantidade presente em um peso dado de carne do pescado proporciona uma medida objectiva do grau de alteração (Burgess *et al.*, 1971).

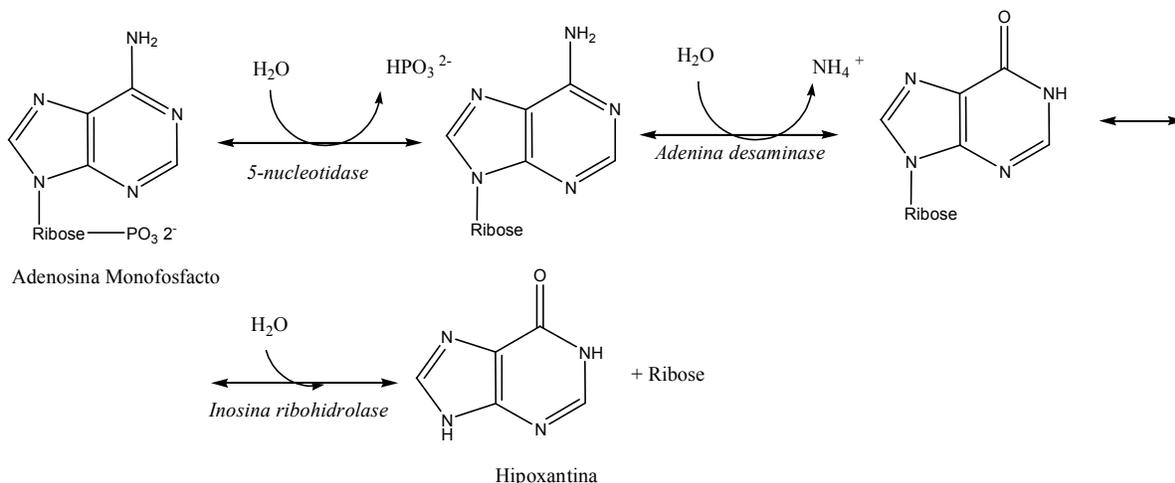


Figura 11. Formação da hipoxantina a partir da adenosina monofosfato

4.8.2.9. Determinação de metais pesados.

Os metais pesados são caracterizados como metais presentes em pequenas concentrações no ambiente e nos seres vivos, sendo alguns considerados essenciais do ponto de vista biológico, enquanto outros não o são. Porém, mesmo os essenciais, sob condições específicas, causam danos a ecossistemas terrestres e aquáticos (Porto & Ethur, 2009). Os metais pesados agrupam substâncias tais como cádmio e mercúrio tidos como principais contaminantes; dentro deste grupo inclui-se o crómio, cobalto, chumbo, cobre, molibdénio, níquel, estanho, titânio, vanádio, arsénio, zinco e prata, constituem um risco sério para o meio ambiente e saúde pública; são substâncias com uma grande estabilidade química aos processos de biodegradação, fazendo com que os seres vivos sejam incapazes de metabolizá-los, gerando uma contaminação por bioacumulação devido ao efeito multiplicador na concentração do contaminante na cadeia trófica. Quando alcançam níveis altos de toxicidade são absorvidos muito eficazmente através das

membranas biológicas devida sua afinidade química com o grupo sulfídrico das proteínas e das enzimas (Rodriguez & Leon, 2006).

As descargas nos oceanos de centenas de milhões de toneladas de desperdícios do processamento industrial, da drenagem para o mar de produtos químicos utilizados na agricultura e de esgotos não tratados, são responsáveis pela contaminação dos ambientes marinhos costeiros ou de água doce, é a partir daqui que estes produtos químicos tem acesso ao pescado. A presença de contaminantes químicos no pescado está dependente da localização geográfica, da espécie e do tamanho do peixe, padrões alimentares e da solubilidade do produto químico e da sua persistência ao ambiente (Huss, 1997).

Os iões metálicos ou seus compostos presentes na água facilmente atingem os peixes, a partir da cadeia alimentar aquática ou tendo como importante sítio de captação o epitélio das brânquias, concentrando-se em músculos e vísceras abdominais, como fígado, rins e trato gastrointestinal (Rocha *et al.*, 1985). Os metais pesados produzem seus efeitos tóxicos quando se combinam com um ou mais grupos reactivos essenciais as funções fisiológicas normais (Brunton *et al.*, 2007).

Certos metais pesados como cádmio, crómio, mercúrio e arsénio, ao superarem o valor limite indicado na tabela 3 provocam problemas de saúde tais como: pneumonia, disfunção renal e enfisema, casos de intoxicações crónicas relacionadas com osteopatias e alguns tipos de cancro relacionados com o aparelho reprodutor masculino. A contaminação por mercúrio e outros metais pesados é muito difícil de detectar porque as técnicas específicas são difíceis e caras, sendo executada em laboratórios acreditados e especializados (Rodriguez & León, 2006).

Tabela 3. Conteúdo de metais pesados (valores médios em mg/kg)

	Arsénio	Crómio	Cádmio	Mercúrio
Peixe de água doce	0.089	0.073	0.032	0.217
Peixe do mar	0.846	0.172	0.015	0.196-1.07
Produtos do pescado	1.68	0.09	0.01	0.208
Conservas do pescado	0.537	0.532	0.039	0.206
Valor limite		0.5*	0.1*	0.5-1.0
* Valor orientativo				

Fonte: Vollmer *et al.* (1999)

4.8.3. Avaliação da qualidade pelos métodos instrumentais.

Uma grande variedade de métodos instrumentais, como cromatografia gasosa, cromatografia líquida de alta eficiência, espectrofotometria, refractometria, texturometria, microscopia permitem determinar com exactidão a composição do pescado, a sua autenticidade, os contaminantes químicos inorgânicos e orgânicos, contaminantes microbiológicos, aditivos químicos e vários compostos que aparecem durante a deterioração do pescado (Food and Agriculture Organization, 1986).

A facilidade com que as bases voláteis podem ser separadas e quantificadas por procedimentos cromatográficos indicam que estes métodos podem ser métodos de escolha no futuro, pois permitem qualificar e quantificar com precisão os componentes presentes, eliminam algumas das dificuldades de interferência de outras substâncias e indicam também a pureza do padrão utilizado. Estes métodos envolvem equipamentos caros e pessoal técnico altamente qualificado (Kreuzer, 1971).

4.8.4. Avaliação da qualidade pelos métodos microbiológicos.

A análise de alimentos tendo como objectivo detectar a presença, o tipo e o teor de microrganismos e ou seus produtos constitui uma importante área da microbiologia alimentar (Wanda & Sousa, 1998).

As análises microbiológicas dão uma importante informação sobre a qualidade do produto, condições sanitárias do local de processamento e a eficiência das técnicas de preservação (Pelczar & Reid, 1966), por isso a legislação sanitária impõe limites à presença de microrganismos, patogénicos ou deterioradores, para garantir a segurança alimentar e a qualidade desse tipo de alimento. A qualidade higiénica dos produtos de pesca é muito variável e influenciada por factores ambientais, acção do homem, localização geográfica, diversidade microbiana e os segmentos da cadeia produtiva (Farias & Freitas, 2008).

Os responsáveis pelas doenças que estão associadas ao consumo do pescado contaminado e os que mais frequentemente são usados na avaliação da sua qualidade são os seguintes: bactérias aeróbicas totais, coliformes totais, coliformes fecais, *Escherichia coli* (Huss, 1997).

4.8.4.1. Bactérias aeróbicas totais.

São definidas como o número de bactérias presentes num produto alimentar e obtidas em condições óptimas de cultura. O número de bactérias aeróbicas totais refere-se apenas à fracção da microflora capaz

de produzir colónias, no meio de cultura usado nas condições de incubação (Huss, 1997); esta informação é particularmente importante na determinação do grau de contaminação (Burton & Engelkirk, 1998). As cifras altas de contagens podem indicar um processo de alteração do alimento (Huss, 1997).

O peixe pode apresentar diferentes contagens microbianas em função do local de captura e da época do ano (Moura *et al.*, 2003).

4.8.4.2. *Coliformes fecais.*

São definidos como sendo constituídos por organismos Gram negativas, em forma de bastonete, não esporulados, facultativos anaeróbicos, oxidase-negativa, que crescem em condições aeróbicas em meio de cultura selectivo contendo sais biliares (Wanda & Sousa, 1998), são bioquimicamente muito activos, fermentam a lactose produzindo ácido láctico e acético, e quantidades reduzidas de outros ácidos (Pelczar & Reid, 1966). São representados principalmente pela *Escherichia coli* e algumas bactérias dos géneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Somente *Escherichia coli* dentre estes microrganismos é de origem exclusivamente fecal, estando presente em densidades elevadas nas fezes humanas (Wanda & Sousa, 1998).

Escherichia coli é um habitante típico do trato intestinal humano e é um agente causador das infecções intestinais e extra-intestinais (Arvanitoyannis *et al.*, 2005), provocando no homem infecções de origem alimentar graves (Wanda & Sousa, 1998). A *Escherichia coli* é um dos vários microrganismos que conseguem sobreviver ou suportar temperaturas muito frias e podem ser preservadas no estado congelado (Burton & Engelkirk, 1998).

A técnica de fermentação em tubos múltiplos e as contagens microbianas em placas de agar foram os testes utilizados neste trabalho como métodos de preferência para a quantificação do grupo de organismos coliformes e de microrganismos aeróbios totais; estes métodos são morosos, trabalhosos e exigem longos períodos de tempo até à obtenção da resposta. Existem outras técnicas microbiológicas mais rápidas as quais são mais sensíveis e específicas que os métodos convencionais e oferecem resultados mais rápidos, reduzindo o trabalho e os erros do operador:

- ✓ Técnicas de filtração em membrana
- ✓ Técnicas de imunofluorescência
- ✓ Ensaios de Radioimunidade (RIA)

- ✓ Ensaio de imunoabsorção ligada a enzimas (ELISA)
- ✓ DNA recombinante.

Todas estas técnicas requerem a produção de anticorpos específicos em relação aos microrganismos que se pretende detectar (Wanda & Sousa, 1998).

5. PARTE EXPERIMENTAL

5.1. Descrição do local de amostragem.

1) Mercado de peixe Costa do Sol.

O mercado está situado no Bairro Costa do Sol, na avenida da Marginal, na zona da Miramar próximo do Clube Marítimo. O mercado está desprovido de pavimento e apresenta uma cobertura precária o que condiciona a exposição dos produtos ali comercializados a um ambiente de moscas, poeiras, microrganismos ambientais e radiações solares.

As bancas não são removíveis e são feitas de estacas com base de madeira. Os produtos pesqueiros são postos directamente nas bancas e não se verifica o recurso a refrigeração para a sua melhor conservação, limitando-se apenas a venda a temperaturas ambientais. Acumulativamente, os vendedores não dispõem de luvas, nem de batas e outro qualquer dispositivo de protecção individual durante a manipulação do pescado.

Para além da venda do pescado desenvolvem-se outras actividades comerciais como a venda de produtos de consumo imediato, nomeadamente comidas confeccionadas incluindo o próprio pescado que é adquirido, preparado e consumido no mesmo local, bebidas alcoólicas ou não entre outras.

Por outro lado desenvolve-se o comércio ambulatório de artigos de âmbito artístico como esculturas, discos musicais e cinematográficos.

O mercado é bastante frequentado por turistas, algumas personalidades e o público em geral que tem como atractivo os produtos pesqueiros



Figura 12. Comercialização do pescado no mercado de peixe Costa do Sol.

2) Mercado Porto de Pesca de Maputo.

Este mercado está localizado na baixa da cidade, em frente do Porto de Pesca de Maputo na rua Ngungunyana, próximo da fortaleza de Maputo. O mercado está desprovido de cobertura, as actividades são desenvolvidas nos passeios à beira da estrada estando o pescado exposto a um ambiente de moscas, poeiras, poluentes dos carros e radiações solares.

As bancas são feitas de madeira e são removidas no final da comercialização, sendo armazenadas e guardadas num local aberto próximo do muro da fortaleza de Maputo. Sob as bancas colocam-se sacos por onde é depositado o pescado para a venda. O peixe é vendido no final da tarde e não se verifica o recurso a refrigeração para a sua melhor conservação, o mercado não dispõe de instalações sanitárias, a água disponível é destinada à limpeza do pescado, utensílios e mãos, os vendedores manipulam o pescado sem recurso a luvas e outros dispositivos de protecção individual.

O mercado é altamente frequentado pelo público residente na cidade de Maputo, arredores e Matola cuja principal atracção são os produtos pesqueiros.



Figura 13. Comercialização do pescado no mercado Porto de Pesca de Maputo.

5.2. Materiais e Reagentes

1. Materiais

- ✓ Agitador de tubos tipo Vortex
- ✓ Ansa de platina
- ✓ Autoclave vertical (Raypa ®)
- ✓ Balança analítica (Mettler Toledo modelo PB3002-S)
- ✓ Bandejas metálicas
- ✓ Banho Maria (FALC modelo BM4)
- ✓ Bastões de vidro
- ✓ Béqueres (150 a 250 mL)
- ✓ Bico de Busen
- ✓ Contador de colónias de marca Quebec
- ✓ Destilador por arraste com vapor, marca Buch
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Estufas (SG ® serie 9000)
- ✓ Funis de vidro
- ✓ Homogeneizador de marca Stomach
- ✓ Incubadoras (Raypa ®)
- ✓ Liquidificador Osterizer
- ✓ Microburetas
- ✓ Papel de filtro Whatman
- ✓ Pinças
- ✓ Pipetas automáticas
- ✓ Pipetas graduadas
- ✓ Placas de Petri
- ✓ Potenciômetro digital (Quimis ® Q-400A)
- ✓ Provetas de 50, 100 e 150 mL
- ✓ Sacos plásticos
- ✓ Tubos de durahn
- ✓ Tubos de ensaio

2. Reagentes

- ✓ Ácido bórico 4 % P.A Merck
- ✓ Ácido tricloroacético 7,5 % P.A Merck
- ✓ Água destilada
- ✓ Água peptonada (Sigma Chemical, Co, USA)
- ✓ Álcool etílico 70 %
- ✓ Brillant green bile broth (BGBB) (Scharlan Cemie S.A; Barcelona, Espanha).
- ✓ *Escherichia coli* broth (ECB) (Sigma Chemical, Co, USA)
- ✓ Formaldeído 40 % P.A Merck
- ✓ H₂SO₄ 0,05 N
- ✓ Indicador misto (em 100 mL do etanol: 0,05 g de VM e 0,075 g de VB).
- ✓ Lauryl sulphate tryptose broth (Sigma Chemical, Co, USA)
- ✓ NaOH 10 %
- ✓ Plate count Agar (PCA) (Sigma Chemical, Co, USA)
- ✓ Reagente de Kovacs
- ✓ Solução tampão, pH 4,0; 7,0; 10,0
- ✓ Triptone (Sigma Chemical, Co, USA)

5.3. Amostragem

A amostragem da *Sillago sihama* foi feita no Município de Maputo nos maiores centros de venda de peixe fresco, nomeadamente mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo durante o período de Março a Maio de 2011. A colheita foi feita em diferentes bancas de venda de modo a perfazer um total de 5 subunidades da amostra; a quantidade em cada subunidade da amostra era equivalente a 500 g de peixe perfazendo um total de 2,5 kg da amostra colhida em cada mercado. As sub-amostra eram imediatamente introduzidas em sacos plásticos fornecidos pelo Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo na secção de microbiologia e acondicionadas em colma contendo gelo adquirido na fábrica de gelo do Porto de Pesca de Maputo numa quantidade máxima de 6 kg e transportadas para o Laboratório de Inspeção de Pescado de Maputo onde foram recepcionadas, codificadas e distribuídas para as várias secções para a posterior realização das análises planificadas.

5.4. Procedimento Experimental.

5.4.1. Análise sensorial.

Análise da frescura

1) Verificação do aspecto exterior da pescadinha

- ✓ Cor → procura-se a alteração da cor;
- ✓ Muco na superfície externa → procura-se a alteração da coloração;
- ✓ Guelras → verifica-se a sua coloração, cheiro, conteúdo do muco, sua consistência;
- ✓ Cor e forma dos olhos → verifica-se a concavidade e convexidade dos mesmos;
- ✓ Textura → através de uma compressão ligeira externa procura-se alterações na elasticidade;
- ✓ Verificação da integridade da pele (perfurações, abrasões, danos)
- ✓ Observação das vísceras que consiste na verificação da integridade, cor, presença de parasitas

2) Prova de cozedura.

Esta prova consistiu em cozer uma porção de filete retirado do peixe, no qual depois da cozedura verifica-se os seguintes parâmetros:

- ✓ Cheiro → Procura-se odores estranhos que indicam deterioração e decomposição,
- ✓ Textura → Procura-se a alteração na elasticidade.
- ✓ Sabor → procura-se a presença de sabores estranhos que indicam deterioração e decomposição.

5.4.2. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas seguindo as metodologias descritas no manual de Química do Laboratório de Inspeção do Pescado (2004).

Porções da musculatura das amostras foram tomadas com auxílio da faca e foi realizada a homogeneização. Em seguida foram pesadas em balanças analíticas e identificadas.

5.4.2.1. Determinação do pH.

Transferiu-se 10 g da musculatura da amostra para um copo e fez-se a dissolução com 20 mL de água destilada. Homogeneizou-se o conteúdo até que as partículas, ficassem uniformemente distribuídas. Determinou-se o pH, com o potenciômetro digital previamente calibrado.

5.4.2.2. Determinação das bases voláteis totais-nitrogenadas.

As BVT-N foram determinadas pelo Método de Malle e Tao, que consistiu em misturar 60 g da amostra homogeneizada com 120 mL de ácido tricloroacético a 7,5 % no liquidificador de marca Osterizer. Posteriormente realizou-se a filtração do extracto em funil acoplado a um erlenmeyer, com papel de filtro Whatman. Pipetou-se 25 mL do filtrado e colocou-se no copo de destilação a vapor, adicionou-se 10 mL de hidróxido de sódio e colocou-se no destilador (figura 5 dos anexos). Na extremidade do condensador colocou-se um erlenmeyer contendo 15 mL de ácido bórico e algumas gotas do indicador misto. Recolheu-se o destilado até aproximadamente 100 mL do volume total e em seguida titulou-se com H₂SO₄ 0,05 N.

Cálculo.

$$\text{BVT mg N/100 g} = \frac{V \times 0,05 \text{ mol/l} \times 14 \text{ g/mol} \times 100}{8,33}$$

V – volume do titulante.

5.4.2.3. Determinação da Trimetilamina

Para a determinação da trimetilamina a técnica utilizada consistiu em um procedimento semelhante ao usado na determinação de BVT-N (método de Malle e Tao). Neste caso pipetou-se 25 mL do filtrado, adicionou-se 10 mL de NaOH e juntou-se também 17,5 mL de formaldeído a 40 % para neutralizar as aminas primárias e secundárias. O resultado final foi calculado de forma semelhante aquela realizada para bases voláteis totais.

Cálculo

$$\text{TMA mg N/100 g} = \frac{V \times 0,05 \text{ mol/l} \times 14 \text{ g/mol} \times 100}{8,33}$$

V – volume do titulante.

5.4.3. Análises microbiológicas.

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo as metodologias descritas no manual de Microbiologia do Laboratório da Inspeção do Pescado (2004).

Todas as análises foram realizadas seguindo as normas de segurança laboratorial com o objectivo de manter as condições sanitárias reais das amostras; antes das análises tomou-se o cuidado de lavar as mãos com água e sabão, bem como esterilizar a bancada com álcool etílico a 70 % e todo o material utilizado (pinças, tesouras, facas).

5.4.3.1. Preparação dos meios de cultura.

Os meios de cultura utilizados foram preparados segundo as instruções descritas no manual de microbiologia do Laboratório de Inspeção do Pescado e no rótulo do próprio meio. Os meios foram pesados em balanças analíticas, adicionadas de água destilada, homogeneizadas em tela de amianto sobre chama até à dissolução completa. Os meios foram distribuídos em frascos e em tubos de ensaio, embalados e identificados. Em seguida foram esterilizados na autoclave à temperatura de 121°C por 15 minutos.

Água peptonada (AP) – diluente (Sigma Chemical Co, USA). O meio foi preparado com base nos procedimentos descritos no rótulo pelo fabricante. 8,5 g de NaCl e 1,0 g de peptona foram dissolvidos com água destilada até um volume final de 1 L, a dissolução foi feita por aquecimento e sob agitação, distribuídos em frascos de 200 mL, 250 mL e autoclavados em 121°C durante 15 min.

Lauryl Sulphate Triptose Broth (LSTB) (Sigma Chemical, Co, USA). O meio foi igualmente preparado usando os procedimentos descritos no rótulo pelo fabricante. 37 g do meio foram dissolvidos com 1 L de água destilada em recipiente graduado, a dissolução rápida e completa foi conseguida por aquecimento e sob agitação. 10 mL do meio foram distribuídos em tubos de ensaios que continham tubos de durahn invertidos, autoclavados a 121 °C por 15 min.

Brilliant Green Bile Broth (BGBB) (Scharlan Cemie S.A; Barcelona, Espanha). Foi igualmente preparado usando a instrução do rótulo do fabricante. 45 g do meio foram dissolvido com 1 L de água destilada, a dissolução foi feita por aquecimento e sob agitação num recipiente de vidro graduado. 10 mL do meio foram distribuídos para tubos de ensaios contendo tubos de durahn invertidos e autoclavados a 121 °C por 15 min.

Escherichia Coli Broth (ECB) (Sigma Chemical, Co, USA). Foi igualmente preparado usando os procedimentos descritos no rótulo pelo fabricante. 37 g do meio foram dissolvido com 1 L de água destilada, procedendo-se de igual forma ao descrito para BGBB.

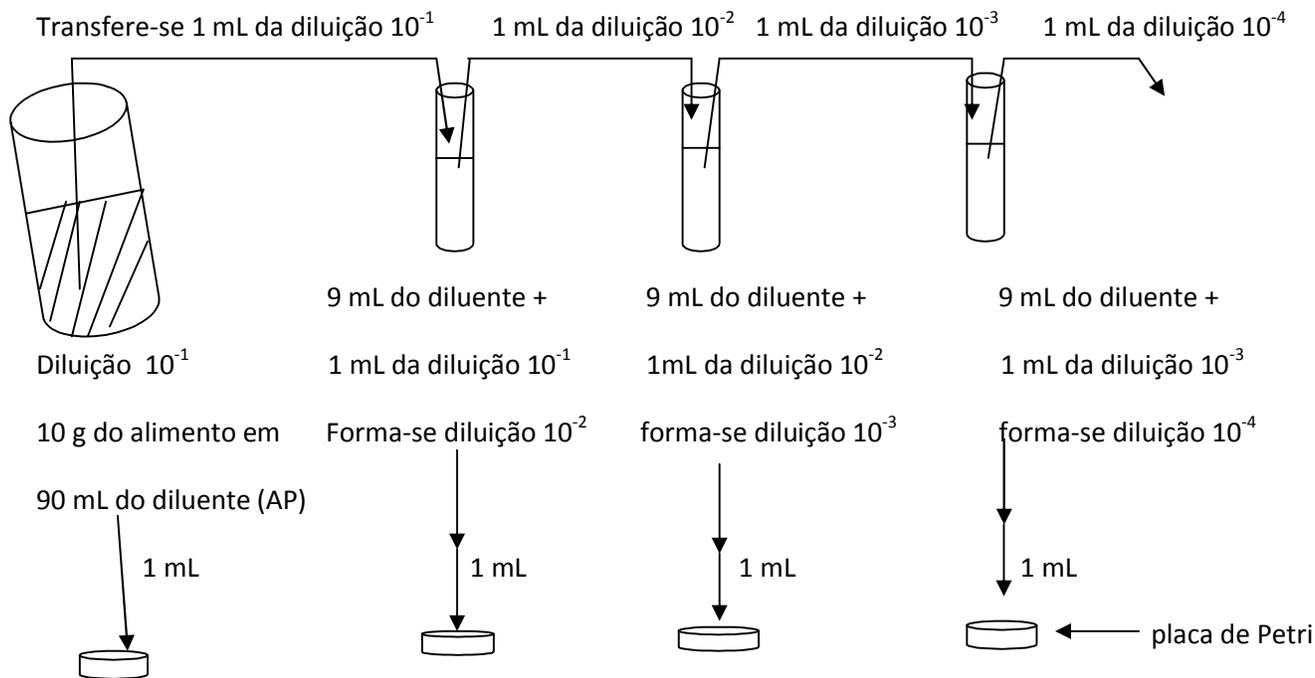
Triptone (Sigma Chemical, Co, USA). Foi igualmente preparado usando a instrução do rótulo do fabricante. 10 g de triptone e 5 g de NaCl foram dissolvidos com 1 L de água destilada por aquecimento e distribuídos em frascos de 500 mL, em seguida autoclavados a 121°C por 15 min.

5.4.3.2. *Preparação da amostra*

10 g da musculatura foram tomadas das amostras com o auxílio da faca e garfos; homogeneizadas com 90 mL de água peptonada em homogeneizador de marca Stomacher, preparando-se a diluição 10^{-1} . Em seguida foram preparadas diluições seriadas em tubos de ensaio utilizando-se 1 mL desta diluição com 9 mL de água peptonada para o preparo da diluição 10^{-2} , foram preparadas diluições até 10^{-3} (segundo o esquema da figura 14).

5.4.3.3. Contagem de bactérias aeróbicas totais.

Inoculou-se 1 mL das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} das amostras preparadas em placas de Petri e adicionou-se 15-20 mL de PCA para a incubação e posterior contagem. A incubação foi feita a 30°C durante 72 horas. As placas foram contadas em contador de colónias de marca Quebec (figura 15A). O resultado final foi corrigido pelo factor de correcção na técnica.



A seguir às diluições nas placas de Petri acrescentá-se 15-20 mL de PCA e incubá-se a $30^{\circ}\text{C}/72\text{H}$.

Figura 14. Representação esquemática da inoculação da amostra em placas de Petri.

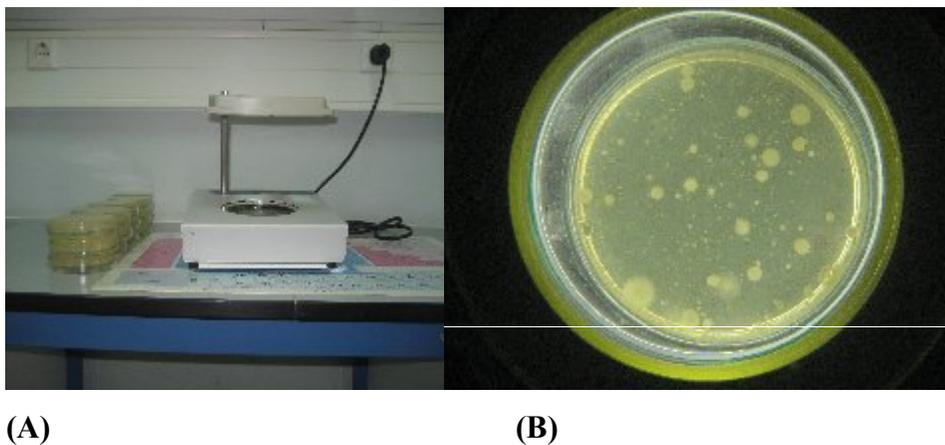


Figura 15. Contador de colónias (A) e Formação de colónias características de cor amarela (B).

5.4.3.4. Determinação de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*.

Utilizou-se a metodologia descrita no manual de microbiologia do Laboratório de Inspeção de Pescado (2004) conforme o esquema seguinte:

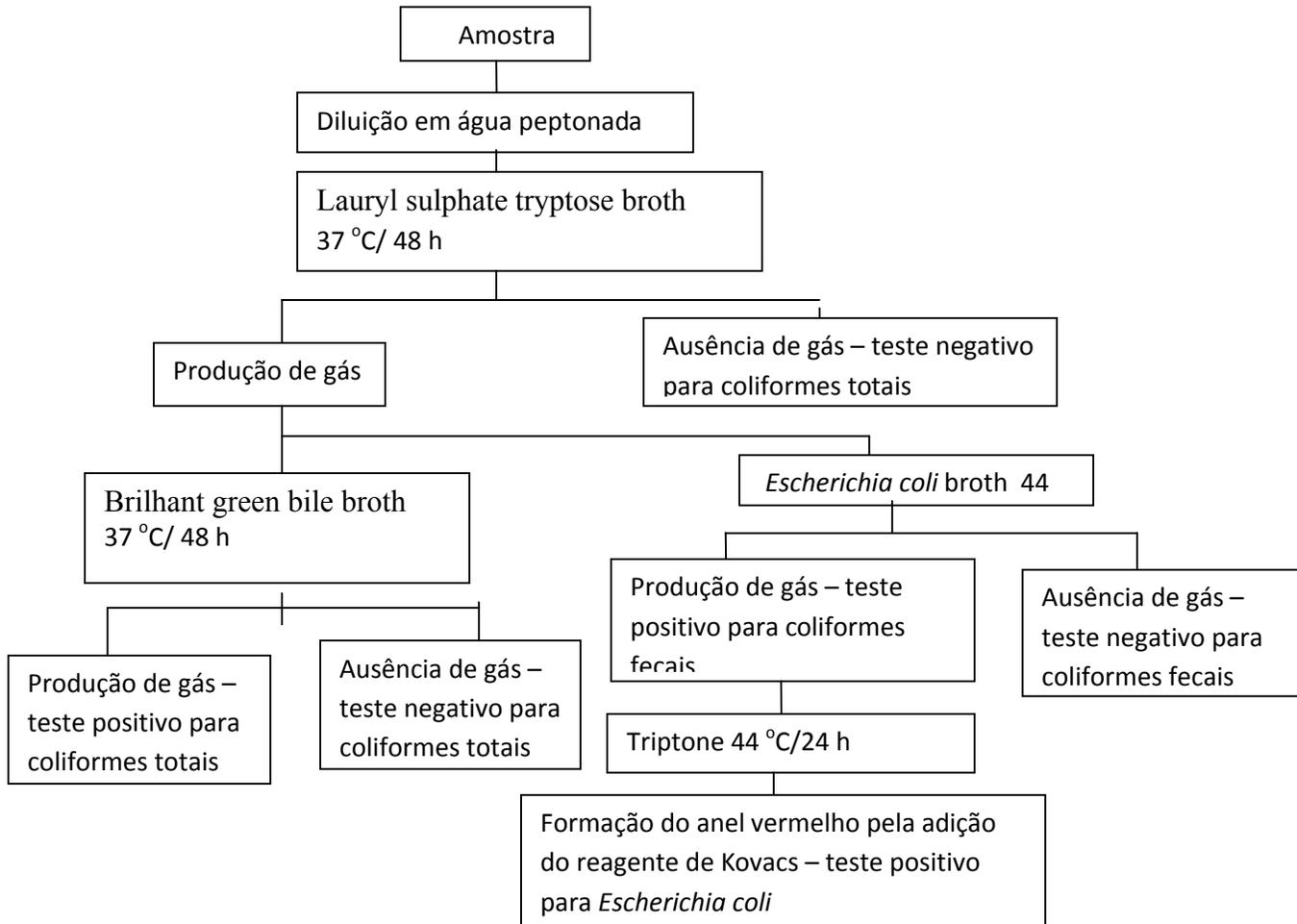


Figura 16. Fluxograma resumido para análise de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*

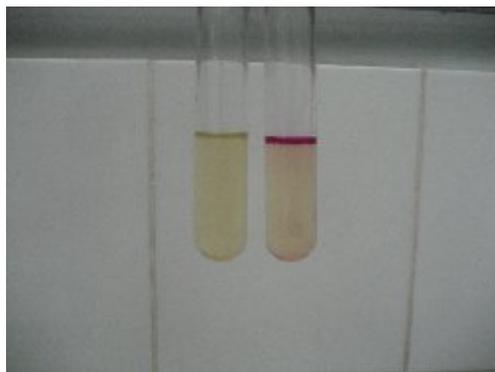


Figura 17. Confirmação da *Escherichia coli* pelo anel vermelho

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

6.1. Análises sensoriais.

Os resultados das análises sensoriais estão apresentados em valores médios.

Tabela 4. Classificações sensoriais da *Sillago sihama*.

Semanas	Classificação sensorial/ Costa do Sol	Qualidade	Classificação sensorial/ Porto de Pesca de Maputo	Qualidade
I	2	B	2	B
II	2	B	2	B
III	2	B	2	B

O painel de classificação da frescura de peixes frescos usado neste trabalho que se encontra na tabela 2 dos anexos, apresenta uma classificação sensorial que varia de grau 1 a 4, sendo o grau 1 de melhor qualidade (extra) corresponde à qualidade (A), o grau 2 classificado de bom (B) mas não é apto para a exportação, enquanto que o grau 3 regular é aceitável para o consumo (C), o grau 4 é rejeitado e não é apto para o consumo (D).

Das amostras analisadas a classificação sensorial encontrado foi 2 que corresponde à qualidade B (bom), invariavelmente, nenhuma amostra foi rejeitada por não apresentar características acima dos limites aceitáveis para o consumo tais como rancidez elevada, estar podre, cheiros fecais ou amoniacais.

O aspecto geral foi classificado dentro dos limites aceitáveis com as seguintes características: superfície da pele com o brilho metálico ligeiramente reduzido, escamas aderidas na pele e nalguns casos com tendências a soltarem-se, olhos convexos a planos, pupila negra e córnea transparente sem manchas de sangue, guelras com cheiro neutro e muco claro, musculatura esbranquiçada com todos os órgãos internos íntegros e diferenciados (figura 2 dos anexos). As amostras cozidas apresentaram odores fortes e característicos da espécie e textura firme.

6.2. Análises físico-químicas

Tabela 5. Resultados do pH da *Sillago sihama* - Costa do Sol.

Semana	Sub unidades da amostra	pH
I	1	6,64
	2	6,78
	3	6,79
	Média	6,74
II	1	6,76
	2	6,76
	3	6,82
	Média	6,78
III	1	6,76
	2	6,79
	3	6,85
	Média	6,80

Tabela 6. Resultados do pH da *Sillago sihama* - Porto de Pesca de Maputo.

Semana	Sub unidades da amostra	pH
I	1	6,91
	2	6,81
	3	6,83
	Média	6,85
II	1	6,93
	2	6,92
	3	6,90
	Média	6,92
III	1	6,92
	2	6,93
	3	6,90
	Média	6,92

Segundo Grosch & Belitz (1997) pode-se considerar como normais os valores do pH abaixo de 7. À medida que o pH se eleva da neutralidade suspeita-se que estão sendo produzidos vários processos da decomposição, no entanto chega-se ao momento de recorrer a outras técnicas para detectar se estes valores do pH altos indicam a ocorrência de uma decomposição (Kietzmann *et al.*, 1974).

Para Lutz (1985) a medida do pH é um dado indicativo do estado de conservação do pescado, assim sendo o peixe *Sillago sihama* colhido no mercado Costa do Sol reflectiu as melhores condições de conservação com valores médios do pH iguais a 6,74; 6,78 e 6,80 (tabela 5) em relação ao colhido no mercado Porto de Pescas de Maputo que teve valores médios do pH iguais a 6,85; 6,92; 6,92 (tabela 6).

Existem ideias contraditórias na utilização do pH como um parâmetro satisfatório na atribuição do grau de frescura de peixes, Benson (1928) citado por Borgstrom (1965) reportou que a variação do pH não apresenta uma correlação real e significativa com o início e durante a deterioração, enquanto que Wood *et al.* (1942) e Dyer *et al.* (1944) também citados pelo mesmo autor reportaram que o pH deve ser determinado como um teste rápido e simples para indicar os graus de frescura de peixes de carne branca, como o bacalhau.

Vários estudos feitos mostraram que a determinação do pH não pode ser usado como um parâmetro ideal e consistente para indicar os graus de frescura ou o início da deterioração do pescado, mas em certas condições restritas um pH limite pode ser estabelecido de acordo com o tipo de espécie, e o ciclo de flutuações da temperatura durante o armazenamento (Borgstrom, 1965). Neste caso Van Deurs e Hoff – Jorgensen (1936) citado pelo Borgstrom (1965) propuseram um limite máximo do pH igual a 7,5 como aceitável para peixes de carne branca, como filetes do bacalhau.

A variação do pH está relacionada com as condições de armazenamento e procedimentos aos quais é submetido o pescado imediatamente após a sua captura (Moura *et al.*, 2003).

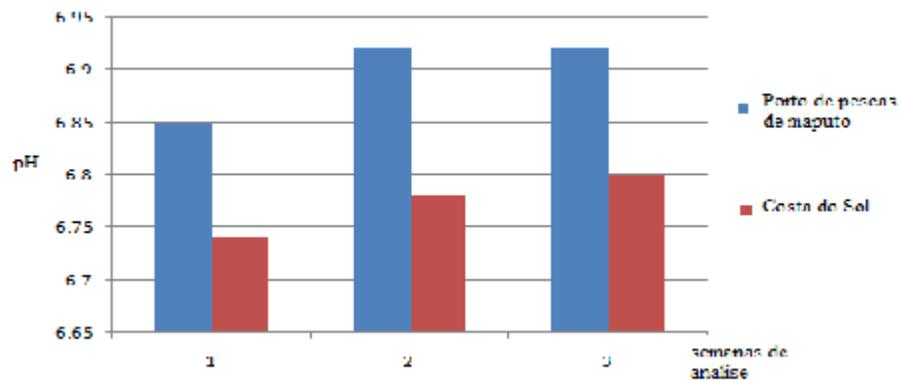


Figura 18. Gráfico comparativo dos resultados do pH

Tabela 7. Resultados das BVT-N e TMA da *Sillago sihama* - Costa do Sol.

Semana	Sub unidades da amostra	BVT (mg N/100 g)	TMA (mg N/100 g)
I	1	23,52	15,00
	2	21,84	12,60
	3	26,88	15,00
	Média	24,08	14,20
II	1	16,80	6,80
	2	23,52	8,40
	3	21,84	8,40
	Média	20,72	7,89
III	1	14,28	6,72
	2	17,64	7,56
	3	21,00	8,40
	Média	17,64	7,56

Tabela 8. Resultados das BVT-N e da TMA da *Sillago sihama* - Porto de Pesca de Maputo.

Semana	Sub unidades da amostra	BVT (mg N/100 g)	TMA (mg N/100 g)
I	1	17,64	9,66
	2	16,8	10,08
	3	17,64	10,08
	Média	17,36	9,94
II	1	21,00	8,40
	2	23,52	12,60
	3	24,36	15,12
	Média	22,96	12,04
III	1	15,96	7,56
	2	20,16	9,24
	3	25,20	10,08
	Média	20,44	8,96

Segundo Laboratório de Inspeção do Pescado (2004) peixe com o teor das BVT-N menor que 20 mg N/100 g é muito fresco; entre 20-30 mg N/100 g é fresco; entre 30-40 mg N/100 g aceitável e acima de 40 mg N/100 g impróprio para o consumo, assim o produto analisado apresentou valores médios das BVT-N que se enquadram na classificação muito frescos e frescos durante as três semanas de colheita. O peixe *Sillago sihama* colhido no mercado Costa do Sol teve os valores médios das BVT-N iguais a 24,08; 20,72 e 17,64 mg N/100 g (tabela 7) e o colhido no mercado do Porto de Pesca teve valores médios das BVT-N iguais a 17,36; 22,96 e 20,44 mg N/100 g (tabela 8).

Vários trabalhos feitos reportam diferentes limites no valor das BVT-N para diferentes espécies, as diferenças no valor das BVT-N explicam-se pelas diferenças na composição química, flora bacteriana, manipulação e condições de refrigeração (Borgstrom, 1965).

Luthgoe. (1913, 1938) & Fellers *et al.* (1957) citados por Borgstrom (1965) reportaram que a determinação das BVT-N é um parâmetro importante para aferir a qualidade dos peixes, Wierznchowski (1956) também citado pelo mesmo autor encontrou que o conteúdo das BVT-N deve ser amplamente usado para estimar os graus de frescura de peixes magros e sugeriu 30-40 mg N/100 g como limite aceitável para o consumo de peixes de água doce e até 60 mg N/100 g para peixes do mar

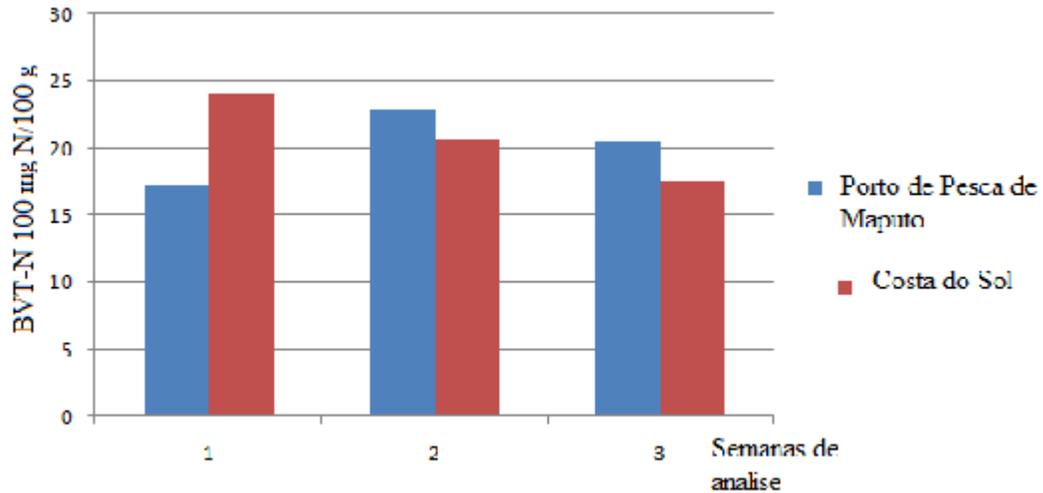


Figura 19. Gráfico comparativo dos resultados das BVT-N

Para Laboratório de Inspeção do Pescado (2004), níveis da TMA entre 10–15 mg N/100 g indicam aceitabilidade do produto. O peixe *Sillago sihama* colhido no mercado Costa Do Sol teve os valores médios da TMA iguais a 14,20; 7,89 e 7,56 mg N/100 g (tabela 7) e o mesmo peixe colhido no mercado Porto de Pesca de Maputo teve valores médios da TMA iguais a 9,94; 12,04 e 8,96 mg N/100 g (tabela 8), assim estes valores estão dentro dos limites permitidos para o consumo.

Ainda nas mesmas tabelas 7 e 8 verifica-se que quanto maiores os teores das BVT-N, maiores também serão os valores da TMA, demonstrando uma estreita relação entre esses compostos. A TMA geralmente não é encontrada nos peixes de água doce, daí a determinação deste parâmetro não se aplica a estas espécies (Borgstrom, 1965).

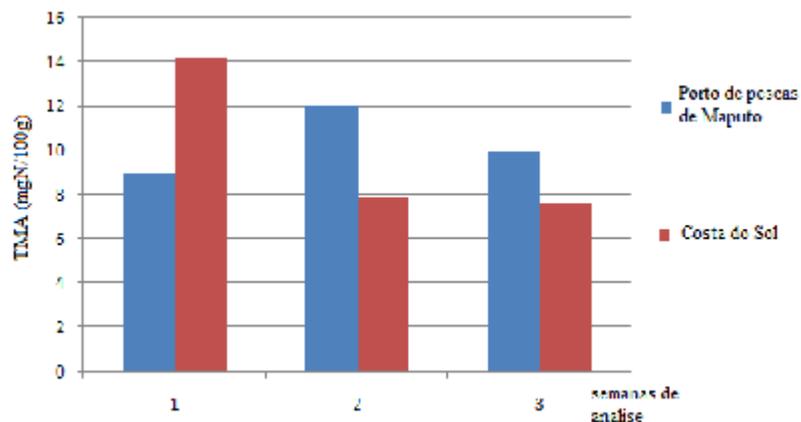


Figura 20. Gráfico comparativo dos resultados da TMA

6.3. Análises microbiológicas

Tabela 9. Resultados das análises microbiológicas da *Sillago sihama*-Costa do Sol.

Semanas	Sub-unidades da Amostra	Contagem total de bactérias aeróbicas (por grama)	Coliformes totais NMP	Coliformes fecais NMP	<i>Escherichia coli.</i> NMP
I	1	$2,8 \times 10^3$	23	< 3	< 3
	2	$2,6 \times 10^3$	460	240	43
	3	$3,8 \times 10^3$	4	< 3	< 3
	4	$4,0 \times 10^3$	< 3	< 3	< 3
	5	$3,6 \times 10^3$	93	21	< 3
II	1	$1,5 \times 10^4$	9	< 3	< 3
	2	$7,5 \times 10^4$	9	4	< 3
	3	$1,4 \times 10^4$	4	< 3	< 3
	4	$6,9 \times 10^4$	9	4	< 3
	5	$1,0 \times 10^4$	9	9	4

Tabela 10. Resultados das análises microbiológicas da *Sillago sihama*-Porto de Pesca de Maputo.

Semanas	Sub-unidades da Amostra	Contagem total de bactérias aeróbicas (por grama)	Coliformes totais NMP	Coliformes fecais NMP	<i>Escherichia coli.</i> NMP
I	1	$1,95 \times 10^4$	<3	< 3	< 3
	2	$1,77 \times 10^4$	150	43	43
	3	$6,9 \times 10^4$	9	< 3	< 3
	4	$8,1 \times 10^4$	9	4	< 3
	5	$1,9 \times 10^4$	240	23	23
II	1	$2,18 \times 10^4$	43	4	<3
	2	$5,5 \times 10^4$	>1100	15	9
	3	$5,2 \times 10^4$	9	<3	<3
	4	$1,75 \times 10^4$	23	<3	<3
	5	$8,9 \times 10^4$	460	23	9

1) Contagem de bactérias aeróbicas totais

A contagem de bactérias aeróbicas a 30 °C é considerada como indicador do controlo higiénico exercido no local de venda, reflectindo se os sistemas de conservação, transporte e venda são aceitáveis ou não. Assim sendo segundo Huss (1997) as cifras altas de contagens podem indicar um processo de alteração do pescado.

A legislação Moçambicana usa como referência, para bactérias aeróbicas totais, o limite não aceitável para o consumo, um total de microrganismos acima de 10^5 em 3 das 5 sub-amostras analisadas. As amostras do mercado Costa do Sol apresentaram resultados que variam entre $2,6 \times 10^3$ - $4,0 \times 10^3$ e $1,0 \times 10^4$ - $7,5 \times 10^4$ na 1ª e 2ª semanas respectivamente (tabela 9) e as mesmas espécies colhidas no mercado Porto de Pesca de Maputo apresentaram valores que variam entre $1,75 \times 10^4$ - $8,9 \times 10^4$ nas duas semanas de colheita (tabela 9). Os resultados encontrados estão em concordância com o estabelecido na legislação Moçambicana (Boletim da República, 2001) e estão também de acordo com a legislação internacional, International Commission on Microbiological Standard on Foods (1981) cujos padrões sugeridos para a rejeição do produto devem ser superiores a 10^7 bactérias aeróbicas totais.

2) Coliformes totais.

A legislação moçambicana não prevê limites para coliformes totais, assim sendo os valores obtidos neste trabalho para coliformes totais não serão comparados a padrões. Segundo Librelato & Shikida. (2005) é importante analisar a presença deste grupo de microrganismos nos alimentos, por estarem relacionados com a qualidade higiénico-sanitário. De acordo com os mesmos autores valores acima de 100 NMP é motivo suficiente para realizar um controlo mais rigoroso e rígido relacionado a higiene na comercialização do pescado.

Coliformes totais são referidos como indicadores de organismos cuja presença em quantidades elevadas pressupõe a possibilidade de existência de organismos patogénicos em grandes quantidades no alimento (Andrews, 1992).

O mercado Costa do Sol teve uma sub-amostra que excedeu os 100 NMP, tendo 460 NMP, enquanto que o no mercado Porto de Pesca de Maputo 4 sub-amostras apresentaram valores acima dos 100 NMP, com 150; 240; 460 e >1100 NMP.

3) Coliformes fecais.

As amostras colhidas nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo apresentaram resultados para coliformes fecais dentro dos limites aceitáveis.

Os valores encontrados estão em concordância com o estabelecido na legislação moçambicana cujos padrões sugeridos para o consumo humano devem estar entre 10-100 NMP, sendo que seria rejeitável para o consumo, se 3 das 5 sub-amostras analisadas apresentassem valores de NMP acima de 100. As amostras analisadas exibiram valores que estão também de acordo com a legislação internacional cujos padrões sugeridos estão entre 4-400 NMP bactérias de origem fecal.

4) *Escherichia coli*

As amostras colhidas nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo apresentaram resultados para *Escherichia coli* dentro dos limites aceitáveis.

Para o mercado Costa do Sol 2 sub-amostras confirmaram a presença da *Escherichia coli*, das 10 sub-amostras analisadas em duas semanas consecutivas, enquanto que no mercado Porto de Pesca de Maputo 4 sub-amostra foram positivas na pesquisa deste microrganismo nas 10 sub-amostras analisadas em duas semanas consecutivas.

Os valores encontrados estão em concordância com o estabelecido na legislação moçambicana cujos padrões sugeridos estão entre 10-100 NMP e estão também de acordo com a legislação internacional cujos padrões sugeridos estão entre 4-400 NMP bactérias de origem fecal.

Os resultados das análises microbiológicas do presente trabalho mostram que o peixe analisado não representa alimento impróprio para o consumo sob o ponto de vista sanitário e risco potencial para a saúde do consumidor. A ocorrência desse grupo de microrganismos em pescado pode indicar captura realizada em ambientes com poluição fecal, manipulação, armazenamento e transporte inadequados.

7. TRATAMENTO ESTATISTICO.

Tabela 11. Resultados do pH simplificado para efeitos de estatística - Costa do Sol

Semanas	pH			Ti	Ti ²
I	1,64	1,78	1,79	5,21	27,14
II	1,76	1,76	1,82	5,34	28,52
III	1,76	1,79	1,85	5,40	29,16
Tj	5,16	5,33	5,46	15,95	
Tj ²	26,63	28,41	29,81	$\sum Ti^2$	84,82
$\sum Tj^2$	84,85				
Fonte de variação	SS	\bar{Y}	MS	N = 9 c = 3 r = 3	
Entre amostras	0,02	2	0,01	/	
Entre semanas	0,01	2	0,01		
Resíduo (R)	28,26	4	7,07		
Total	28,29	8	-----		

Tabela 12. Resultados do pH simplificado para efeitos de estatística - Porto de Pesca

Semanas	pH			Ti	Ti ²
I	1,91	1,81	1,83	5,55	30,80
II	1,93	1,92	1,93	5,78	33,40
III	1,92	1,93	1,90	5,75	33,06
Tj	5,76	5,66	5,66	17,08	
Tj ²	33,18	32,04	32,00	$\sum Ti^2$	92,26
$\sum Tj^2$	97,22				
Fonte de variação	SS	\bar{Y}	MS	N = 9 c = 3 r = 3	
Entre amostras	0,11	2	0,06	/	
Entre semanas	0,01	2	0,01		
Resíduo (R)	32,20	4	8,05		
Total	32,32	8	-----		

Legenda:

Ti Medições entre as semanas de análise (colheita)

Tj Medições entre as sub-amostra

SS Soma dos Quadrados

MS Quadrado Médio

N Total de medições

c Semanas de análise

r Sub-amostra

Y Graus de liberdade

Tabela 13. Concentrações simplificadas das BVT-N para efeitos de estatística - Costa do Sol.

Semanas	Concentração das BVT (mg N/100 g)			Ti	Ti ²
I	3,52	1,84	6,88	12,24	149,82
II	- 3,2	3,52	1,84	2,16	4,67
III	- 5,72	- 2,36	1,00	-7,08	50,13
Tj	- 5,40	3,00	9,72	7,32	
Tj ²	29,16	9,00	94,48	∑ Ti ²	204,62
∑ Tj ²	132,64				
Fonte de variação	SS	Y	MS	N = 9	c = 3 r = 3
Entre amostras	38,26	2	19,13	/	
Entre semanas	62,05	2	31,02		
Resíduo	28,10	4	7,03		
Total	128,41	8	-----		

Tabela 14. Concentrações simplificadas das BVT-N para efeitos de estatística - Porto de Pesca.

Semanas	Concentração das BVT (mg N/100 g)			Ti	Ti ²
I	- 2,36	- 3,20	- 2,36	- 7,92	62,73
II	1,00	3,52	4,36	8,88	78,85
III	- 4,04	0,16	5,20	1,32	1,74
Tj	-5,4	0,48	7,2	2,28	
Tj ²	29,16	0,23	51,84	∑ Ti ²	143,32
∑ Tj ²	81,23				
Fonte de variação	SS	∇	MS	N = 9 c = 3 r = 3	
Entre amostras	26,48	2	13,24		
Entre semanas	47,19	2	23,50		
Resíduo (R)	23,50	4	5,87		
Total	96,59	8	-----		

Tabela 15. Concentrações simplificadas da TMA para efeitos da estatística - Costa do Sol

Semanas	Concentração da TMA (mg N/100 g)			Ti	Ti ²
I	5,00	2,60	5,00	12,60	158,76
II	- 3,20	- 1,60	- 1,60	- 6,40	40,96
III	- 3,28	- 1,60	- 1,60	- 6,40	40,96
Tj	- 1,48	- 1,44	1,80	- 1,12	
Tj ²	2,19	2,07	3,24	∑ Ti ²	253,30
∑ Tj ²	7,50				
Fonte de variação	SS	∇	MS	N = 9 c = 3 r = 3	
Entre amostras	2,36	2	1,18		
Entre semanas	84,29	2	42,15		
Resíduo	4,74	4	1,19		
Total	91,25	8	-----		

Tabela 16. Concentrações simplificadas de TMA para efeitos de estatística - Porto de pesca.

Semanas	Concentração da TMA (mg N/100 g)			Ti	Ti ²
I	- 0,34	0,08	0,08	-0,18	0,03
II	-1,16	2,60	5,12	6,12	37,45
III	-2,44	-0,76	0,08	-3,12	9,73
Tj	-4,38	1,92	5,28	2,82	
Tj ²	19,18	3,69	27,88	∑ Ti ²	47,21
∑ Tj ²	50,72				
Fonte de variação	SS	∑	MS	N = 9 c = 3	r = 3
Entre amostras	16,03	2	8,02	/	
Entre semanas	14,85	2	7,43		
Resíduo	11,32	4	2,83		
Total	41,32	8	-----		

Tabela 17. Resultados Comparativos entre F_{2,4} (calculado) e F_{2,4} (teórico) no tratamento estatístico.

Descrição da análise	F _{2,4} (teórico)	F _{2,4} (calculado)	
		Entre Amostras	Entre Semanas
pH / Costa do Sol	6,94	0,0014	0,0014
pH / Porto de Pesca de Maputo	6,94	0,075	0,0012
BVT-N / Costa do Sol	6,94	2,72	4,413
BVT-N / Porto de Pesca de Maputo	6,94	2,23	4,02
TMA / Costa do Sol	6,94	0,99	5,42
TMA / Porto de Pesca de Maputo	6,94	2,83	2,63

A partir dos resultados da tabela 17 verifica-se que não há diferenças significativas entre as semanas de colheita (análise) e entre as sub-amostras pois todos os valores do F (teste de significância) calculado são inferiores aos valores do F teórico (critico).

8. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi feita a avaliação da qualidade do peixe *Sillago sihama* comercializado nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo usando os métodos propostos.

De uma forma geral o peixe *Sillago sihama* analisado no Laboratório de Inspeção de Pescado de Maputo responde de forma satisfatória às especificações definidas para o seu consumo pela legislação moçambicana e internacional no que diz respeito aos parâmetros analisados.

As análises sensoriais mostraram que as amostras colhidas nos dois mercados são de qualidade aceitável.

Os valores médios das Bases Voláteis Totais Nitrogenadas do peixe *Sillago sihama* colhido no mercado Costa do Sol durante três semanas foram de 24,08; 20,72; 17,64 mg N/100 g, da Trimetilamina 14,20; 7,89; 7,56 mg N/100 g e do pH 6,74; 6,78; e 6,80. Estes valores estão dentro dos valores previstos na legislação moçambicana e internacional.

Os valores médios das Bases Voláteis Totais Nitrogenadas do peixe *Sillago sihama* colhido no mercado Porto de Pesca de Maputo durante três semanas foram de 17,36; 22,96; 20,44 mg N/100 g, da Trimetilamina 9,94; 12,04; 8,96 mg N/100 g e do pH 6,85; 6,92; 6,92. A partir destes valores conclui-se que as amostras analisadas são frescas e de qualidade aceitável para o consumo.

Os resultados dos parâmetro físico-químicos analisados neste trabalho, em termos estatísticos não apresentam diferenças significativas, mostrando que o consumidor pode consumir esta espécie até ao fim de três semanas e também pode adquirir o mesmo em qualquer ponto de venda ou banca de venda dos mercados Costa do Sol e porto de Pesca de Maputo.

A partir dos resultados das análises microbiológicas conclui-se que amostras colhidas nos mercados Costa do Sol e Porto de Pesca de Maputo têm qualidade sanitária aceitável para o consumo humano.

9. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que sejam desenvolvidos trabalhos sobre a composição química desta e doutras espécies do pescado existentes nas águas Moçambicanas, pois isso permitirá escolher os parâmetros ideais na avaliação da sua qualidade, selecção de equipamentos e técnicas de conservação, incluindo o acompanhamento nos processos industriais.

Recomenda-se aos vendedores a manipular o pescado sempre a temperaturas baixas, sendo necessário adoptar ou implementar o uso de colmas com gelo ou de vitrinas fechadas com gelo enquanto se comercializa o peixe.

Recomenda-se aos Serviços Nacionais de Inspeção do Pescado a divulgar o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo (HACCP) para os pescadores e vendedores de modo a implementarem as normas e boas práticas de comercialização do pescado, fazendo limpezas correntes e rigorosas nos barcos de pesca, nos mercados e ainda terem em conta cuidados de higiene pessoal.

Há necessidade de detectar rapidamente os germes patogénicos, sendo necessário a introdução de técnicas mais rápidas e de maior sensibilidade no Laboratório de Inspeção do Pescado de Maputo tais como: técnicas de filtração em membrana, técnicas de imunofluorescência e outras mencionadas na página 26 e 27 do presente trabalho, com vista a evitar surtos de intoxicação alimentar que podem afectar um elevado número de pessoas pela morosidade das técnicas convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Abreu, M. G., Freitas, M. Q., Jesus, E. F., Clemente, S. C., Franco, R. M & Boeges, A. (2008). Caracterização Sensorial e Análise Bacteriológica do Peixe Sapo (*Lophis gastrophysus*) refrigerado e irradiado. *Revista Ciência Rural*, 38, 19-22.
- [2] Andrews, W. (1992). *Manual of Food Quality Control. Microbiological Analysis* .(pp 9-13). Washington: Food and agriculture organization of the united nations.
- [3] Arvanitoyannis, I. S., Tsitsika, E. V & Panagiotaki, P. (2005). Review Article Implementation of Quality Control Methods (physicochemical, Microbiological and Sensory) in conjugation with Multivariate analysis Towards Fishauthenticity. *International Journal of Food Science and Technology* 40, 237-263.
- [4] Bertulho, V. H. (1975). *Tecnología de Los Productos y Sub Productos de Pescados, Moluscos y Crustáceos*. (pp 128-211). Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur.
- [5] Bobbio, P. A & Bobbio, F. O. (1992). *Química do Processamento de Alimentos* (2^a ed., P 38). São Paulo, Brasil: Livraria Varela.
- [6] Boletim da República. (2001, junho). *Regulamento de Inspeção e Garantia da Qualidade dos Produtos de Pesca* (I série, número 23, decreto 17/2001). Maputo. Publicação oficial da República de Moçambique
- [7] Borgstrom, G. (1965). *Fish as Food* (pp 70-79). New York: Academic press.
- [8] Burgess, G. H. O., Cutting. C. L., Lovern.J. A & Waterman. J.J. (1971). *El Pescado y La Industria Derivados de La Pesca* (pp 355-364). Zaragoza, España: Editorial Acriba.
- [9] Brunton, L. L., Lazo, S & Parker, K. L. (2007). *As Bases Farmacológicas da Terapia* (11^a ed., p 1585). Rio de Janeiro, Brazil: Goodman e Gillman. Mc Graw Hill.

- [10] Burton, G. W & Engelkirk, P. G. (1998). *Microbiologia Para as Ciências de Saúde* (5 ed., pp 80-93). (G. Koogan & E. F. Tores, Trad) Rio de Janeiro, Brazil: Lippincoll - Raven Publishers.
- [11] Campos, L. S. (2002). *Entender a Bioquímica* (3^a ed., p 381; 438). Lisboa: Escolar Editora.
- [12] Coultate, T. P. (1996). *The Food Chemistry of its Components* (3th ed., p 69).. London: RSC Paper Backs.
- [13] Food and Agriculture Organization. (1986). *Manual of Food Quality. Food Analysis: General Techniques, Additives, Contaminants and Composition* (pp 7; 157-171). Roma, Italy: FAO Food and Nutrition paper.
- [14] Food and Agriculture Organization. (1990). *Manual of Food Quality Control. Food Inspection* (pp 68-79). Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [15] Farias, M. C & Freitas, J. A. (2008). Qualidade Microbiológica do Pescado Beneficiado em Industrias Paraenses. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 113-117
- [16] Ferreira, F. A. (1994). *Nutrição Humana* (2^a ed., pp 158-172; 1085-1101). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- [17] Franzier, W. C & Westhoff, D. C. (1988). *Food Microbiology* (4th ed., pp 243-254.). MC. Brazil. Graw Hill.
- [18] Grosch, W & Belitz, H. D. (1997). *Química de Los Alimentos* (2^a ed., pp 667-689) Zaragoza, España: Editorial acribia.
- [19] Hall, G. M. (1992). *Fish Processing Technology* (pp 125-230). New York: In North America by V C H publishers, inc.

- [20] Hitanari, V. L., Manjate, A. A., & Matimula, J. J. (1998). *Manual de Inspeção no Âmbito de Higiene Ambiental* (p 113). Maputo: Ministério da Saúde. Departamento de Higiene Ambiental. projecto TPC/MOZ/6611.
- [21] Huss, H. H. (1997). *Garantia da Qualidade dos Produtos de Pesca*. (pp 25-170) Dinamarca. Programa de capacitação FAO/Danida.
- [22] Huss, H. H. (1999). *El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de Calidad*. (pp 140-325) Dinamarca: FAO Documento Técnico sobre as Pescas.
- [23] Internacional Commission On Microbiological Standard On Foods. (1998). *Microorganisms in Food Application of the Hazard Analysis and Critical Point Systems to Insure Microbiological Safety and Quality* (vol 4., pp 357). Oxford
- [24] Instituto Português de conservas e pescado. (1987). *Controle da Qualidade na Industria de Conservas de Peixes em Molho* (pp 3-5). Portugal: Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentação, secretariado de estado das pescas do Instituto Português de Conservas e pescado.
- [25] Jay, J. M. (2002). *Microbiologia Moderna de Alimentos* (4^a ed., pp 93-100). Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- [26] John, S. D. (1968). *El Pescado y Su Inspeccion* (2^a ed., pp 118-130). (D. B. Garcia, Trans.) Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- [27] Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D & Reichstein, K. (1974). *Inspeccion Veterenaria de Pescados* (pp147-170). (C. B. De Quiros, & Fernandez, Trans.). Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- [28] Kreuzer, R. (1971). *Fish Inspection And Quality Control* (pp 123-132). Lugadge, London, England: FAO Fishing News Ltd.
- [29] Laboratório de Inspeção do Pescado. (2004). *Manual de Laboratório, Secção de Química* (pp 10-20). Maputo, Moçambique.

- [30] Laboratório de Inspeção do Pescado. (2004). *Manual de laboratório, Secção de Microbiologia*. (pp 1-43) Maputo, Moçambique.
- [31] Leitão, M. F. (1984). *Deterioração Microbiológica do Pescado e Sua Importância Em Saúde Pública* (vol 3., p 143). Brasil, Higiene Alimentar
- [32] Librelato, F. R & Shikida, S. A. (2005). Segurança Alimentar: Um Estudo Multidisciplinar da Qualidade do File da Tilapia Comercializado no Município de Toledo - PR. *Revista do Grupo de Pesquisa em Agronegocios e Desenvolvimento Regional (GECEP) da Uniosque*, 9, 1-14.
- [33] Lutz, I. A. (1985). *Normas Analíticas Do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos*. (4^a ed., pp 640-647). São Paulo, Brasil: IMESP.
- [34] Moura, A. P., Mayer, M., Landgraf, A. M & Tenuta, F. (2003). Qualidade Química e Microbiológica do Camarão-Rosa Comercializada em São Paulo. *Brazilian journal of Pharmaceutical Sciences*, 39, 5-9.
- [35] Murran, P. R., Rosenthal, K. S., Kobayashi, G. S & Pialler, M. A. (2004). *Microbiologia Medica* (4^a ed., pp 23-29). Guanabara Koogan. SA.
- [36] Okeyo, G. O., Lokuruka, M. N & Matofari, J. W. (2009). Nutritional Composition and Shelf life for the lake Vitoria Nile Perch (*Lates niloticus*) stored in ice. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 1-6.
- [37] Pearson, D. (1976). *Técnicas de Laboratorio para el Analisis de Alimento* (pp 13-15). Zaragoza, España: editorial acribia.
- [38] Pelczar, M. J & Reid, R. D. (1966). *Microbiologia* (2^a ed., pp 536-556.). Madrid: ediciones del castillo, S.A.
- [39] Pelczar Jr, M. J., Chan, E. C & Krieg, N. R. (1996). *Microbiologia. Conceitos e Aplicações* (2^a ed., vol. 2, pp 372-378). São Paulo: Makrom books do brazil ltda.

- [40] Porto, L. C & Ethur, E. M. (2009). Elementos traço na água e em vísceras de peixe da Bacia Hidrográfica Butuí-Icamaqua. *Ciencia Rural Santa Marta*, 2512-2518.
- [41] Reilly, P. J., Parry, R. W & Barile, L. E. (1990). *Post-harvest Technology/ Preservation and Quality of Fish in Southeast Asia* (pp 77-90). International Foundation of Science.
- [42] Rocha, A. A., Pereira, D. N & Padua, H. B. (1985). Produtos de Pesca e Contaminantes Químicos na Água da Represa Billings. *Revista de Saúde Pública* , 401-410.
- [43] Rodriguez, M & León, A. (2006). Estado del Conocimiento de las Concentraciones de Mercurio y otros Metales Pesados em Peces Dulceacuicolas de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11, 3-6.
- [44] Sgarbieri, V. C. (1996). *Proteínas em Alimentos Proteicos* (pp 123-128). São Paulo: Livraria Varela.
- [45] Shamsan, E. F & Ansari, Z. A. (2010). Biochemical Composition and Caloric Content in Sand Whiting *Sillago sihama* (Forsskal), from Zuari Estuary, Goa. *Indian journal fish*, 57(1), 61-64.
- [46] Silva, M. L & Matte, M. H. (2008). Aspectos Sanitários da Comercialização do Pescado em Feiras Livres da Cidade de São Paulo. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 67, 208-214.
- [47] Sosa, R. G & Rodríguez, M. M. (1984). *Tecnología de los Productos Marinos* (pp 32-35). Guantanamo, Cuba: Editorial Pueblo e Education.
- [48] Vollmer, G., Josst, G., Schenker, D., Sturm, W & Vreden, N. (1999). *Elementos de Bromatologia Descriptiva* (pp 341-363). Zaragoza: Editorial Acribia. S.A.
- [49] Wanda, F. F & Sousa, J. C. (1998). *Microbiologia* (pp 81-99). Lisboa, Portugal: Lidel Edições técnica.



Figura 1. Amostras da *Sillago sihama* para procedimentos da análise sensorial.

Demonstração das alterações da *Sillago sihama* conservada no gelo.

A figura 2 mostra o pescado com musculatura esbranquiçada, vísceras íntegras e diferenciadas.



Figura 2. Alterações da *Sillago sihama* conservada no gelo por um dia.

Na figura 3 a musculatura continua esbranquiçada com algumas partes acastanhadas e vê-se o rompimento do ventre e destruição parcial das vísceras.



Figura 3. Alterações da *Sillago sihama* conservada no gelo por 3 dias

Na figura 4 vê-se musculatura acastanhada e destruição total do ventre e vísceras.



Figura 4. Alterações da *Sillago sihama* conservada no gelo durante 5 dias.



Figura 5. Destilador por Arraste com Vapor

Tabela 1. Resumo das alterações autolíticas em peixes refrigerados.

Enzima (s)	Substrato	Alterações encontradas	Prevenção / Inibição
Enzimas glucolíticas	Glicogénio	Produção de ácido láctico, diminuição do pH no tecido, perda da capacidade de ligação de água no músculo	• Os peixes devem passar pelo estágio de rigor mortis a temperaturas próximas de 0 °C
Enzimas autolíticas, envolvidas na degradação dos nucleotídeos	ATP ADP AMP IMP	perda do gosto de peixe fresco, produção gradual do gosto amargo com Hx.	• O manuseio inadequado acelera a degradação
Catepsinas	proteínas, peptídios	• amolecimento do tecido que vai dificultando ou impedindo os vários processos de tecidos	Armazenamento inadequado e descarga
Quimiotripsina, tripsina carboxipeptidases	proteínas, peptídios	• autólise da cavidade visceral em pelágicos (ruptura da barriga)	• evitar um prolongado armazenamento a frio
Calpaína	proteínas miofibrilares	• indução de muda em crustáceos	• A eliminação de cálcio para evitar a activação
Colagenases	Tecido conjuntivo	• desprendimento de filetes • amolecimento	• armazenar a temperaturas baixas
OTMA desmetilase	OTMA	• endurecimento induzido por formaldeído	• A temperatura de armazenamento < 0 °C.

Fonte (**Huss, 1999**)

Tabela 2. Classificação da frescura.

PARÂMETROS OBSERVADOS	Critério de Aceitação			
	Apto para exportação	Rejeitado para exportação		Rejeitado ao consumo
	(1)	(2)	(3)	(4)
1.Aspecto	EXTRA (A)	BOM (B)	REGULAR (C)	INAPTO (D)
1.1. PELE	Pigmentação viva brilhante, sem descoloração	Pigmentação viva, mas sem brilho	Pigmentação em vias de descoloração	Pigmentação baixa e embaciada
1.2. MUCO EXTERIOR	Muco transparente e aquoso	Muco ligeiramente turvo	Muco leitoso	Muco cinzento (1) amarelado opaco
1.3. OLHOS	Convexos, córnea transparente, pupila negra e brilhante	Convexos mas ligeiramente achatado, córnea ligeiramente opalescente, pupila negra embaciada	Planos. Córnea opalescente Pupila opaca	Côncavo ao centro (afundada) córnea leitosa. Pupila cinzenta (1).
1.4. GUELRAS	Cor viva brilhante sem muco	Menos coloradas. Traços ligeiros de muco claro	Descoradas, muco opaco	Amarelas e muco leitoso (1)
1.5. PERITONEU (peixe eviscerado)	Com mancha brilhante, dificilmente se desprende da carne	Pode deprender da carne	Desprende se facilmente	Desprendido
1.6. MÚSCULO	Translúcido, liso e brilhante, sem nenhuma alteração da cor original	Aveludado, seroso, Cor ligeiramente modificado	Ligeiramente opaco	Opaco
1.7. COR DA CARNE AO LONGO DA COLUNA VERTEBRAL	Sem nenhuma alteração da cor original	Ligeiramente rosada	Rosa	Vermelha (1)
1.8. ÓRGÃOS. COR.	Rins, restos de outros órgãos e sangue da aorta: vermelho brilhante	Rins e restos de outros órgãos e sangue vermelho	Rins e restos de outros órgãos e sangue vermelho mate	Rins e restos de outros órgãos e sangue acastanhado
2.0.TEXTURA				
2.1. FILETE EXTERNO	Firme e elástica superfície de corte lisa	Elasticidade diminuída	Ligeiramente mole. Superfície do corte serosa (aveludada) e amassada	Mole, flácida (escamas destacam – se facilmente da pele) superfície de corte granulosa (1)
2.2. COLUNA VERTEBRAL	Quebra-se ao invés de se destacar	Bem aderente	Pouco aderente	Não aderente (1)
2.3. PERITONEU	Totalmente aderente à carne	Aderente	Pouco aderente	Não aderente (1)
3.0.CHEIRO				
GUELRAS, CAVIDADE ABDOMINAL	algas marinhas	Neutro	Fermentado ligeiramente acre	Acre

