

**WARLEY PINHEIRO EVANGELISTA**

**PREVALÊNCIA DE HISTAMINA EM PEIXES  
ESCOMBRÍDEOS E INTOXICAÇÃO HISTAMÍNICA  
NO BRASIL DE 2007 A 2009**

**Faculdade de Farmácia da UFMG  
Belo Horizonte, MG  
2010**

**WARLEY PINHEIRO EVANGELISTA**

**PREVALÊNCIA DE HISTAMINA EM PEIXES  
ESCOMBRÍDEOS E INTOXICAÇÃO HISTAMÍNICA  
NO BRASIL DE 2007 A 2009**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Beatriz A. Glória

**Faculdade de Farmácia da UFMG  
Belo Horizonte, MG  
2010**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS-  
FACULDADE DE FARMÁCIA  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**WARLLEY PINHEIRO EVANGELISTA**

**PREVALÊNCIA DE HISTAMINA EM PEIXES ESCOMBRÍDEOS E  
INTOXICAÇÃO HISTAMÍNICA NO BRASIL DE 2007 A 2009**

APROVADA EM 05 DE NOVEMBRO DE 2010

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. EDGAR DE ALENCAR TEIXEIRA

Prof. Dr. DAVID LEE NELSON

Profa. Dra. RENATA ADRIANA LABANCA DE ALMEIDA SANTOS

Profa. Dra. MARIA BEATRIZ ABREU GLÓRIA  
Orientadora

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela presença em minha vida e por me guiar para mais esta vitória.

Aos meus pais José Rodrigues e Aparecida, pelo amor, compreensão e por me proporcionarem esta e muitas outras oportunidades na vida.

Ao meu irmão Léo Max, pelo companheirismo sempre.

À Viviane, pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos.

À Professora Dr<sup>a</sup> Maria Beatriz Abreu Glória, pelos ensinamentos, apoio, amizade e orientação deste trabalho.

Aos professores Edgar Teixeira, David Lee Nelson e Renata Labanca pelas importantes contribuições na finalização da dissertação.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, pela contribuição em minha formação científica.

Aos amigos recentes e aos que já passaram pelo LBqA, pela colaboração e amizade.

À Professora Ângela Lana e ao Danilo pela importante colaboração neste trabalho.

Aos Professores, funcionários e alunos do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal pela colaboração em meu aprendizado.

Ao Ministério da Pesca e Aquicultura pelo incentivo e pelo apoio financeiro ao projeto.

A todos aqueles, que, de alguma forma, apoiaram nesta caminhada e torcem pelo meu sucesso.

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE SIGLAS.....	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
<b>1</b> <b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b> <b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b> <b>PEIXE.....</b>	<b>13</b>
2.1.1   Produção de pescado no Brasil e no mundo.....	13
2.1.2   Deterioração de peixes.....	14
2.1.3 <i>Rigor mortis</i> .....	16
<b>2.2</b> <b>ATUM.....</b>	<b>17</b>
2.2.1   Modalidades de pesca de atuns e afins.....	19
2.2.2   Histamina em atuns e afins.....	20
<b>2.3</b> <b>AMINAS BIOATIVAS.....</b>	<b>23</b>
2.3.1   Definição e classificação.....	23
2.3.2   Formação.....	24
2.3.3   Função.....	25
2.3.4   Metabolismo e efeitos tóxicos.....	27
2.3.5   Legislação.....	28
<b>2.4</b> <b>AMINAS BIOATIVAS COMO CRITÉRIO DE QUALIDADE DE PEIXES.....</b>	<b>29</b>
<b>3</b> <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1</b> <b>MATERIAL.....</b>	<b>31</b>
3.1.1   Amostras.....	31
3.1.2   Reagentes e solventes.....	31
3.1.3   Soluções.....	32
3.1.3.1   Solução padrão de histamina.....	32
3.1.3.2   Solução tampão acetato de sódio:octanossulfonato de sódio...	33
3.1.3.3   Solução derivante.....	33
3.1.4   Vidraria.....	33
<b>3.2</b> <b>MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.2.1   Caracterização das práticas de captura em amostras de atuns e afins da costa do Brasil.....	33
3.2.2   Caracterização dos tratamentos pós-captura em amostras de atuns e afins da costa do Brasil.....	34
3.2.3   Determinação dos teores de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa do Brasil.....	34

3.2.4	<b>Avaliação da influência das práticas de captura e tratamento pós-captura na ocorrência e teores de histamina em de atuns e afins capturados na costa do Brasil.....</b>	34
3.2.5	<b>Acompanhamento de surtos de intoxicação por histamina ocorridos no Brasil de 2007 a 2009.....</b>	35
3.3	<b>MÉTODOS DE ANÁLISE.....</b>	35
	<b>Determinação dos teores de histamina por cromatografia líquida de alta eficiência em amostras de atuns e afins capturados na costa do Brasil.....</b>	35
3.3.1.1	<b>Extração de histamina.....</b>	35
3.3.1.2	<b>Determinação dos teores de histamina.....</b>	36
3.4	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	37
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	38
4.1	<b>PRÁTICAS DE CAPTURA DE ATUNS E AFINS NA COSTA BRASILEIRA.....</b>	38
4.2	<b>PRÁTICAS PÓS-CAPTURA DE ATUNS E AFINS NA COSTA BRASILEIRA.....</b>	40
4.3	<b>OCORRÊNCIA E TEORES DE HISTAMINA EM ATUNS E AFINS CAPTURADOS NA COSTA BRASILEIRA.....</b>	42
4.3.1	<b>Influência do ano de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins.....</b>	43
4.3.2	<b>Influência do mês de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins.....</b>	46
4.3.3	<b>Influência da região de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins.....</b>	48
4.3.4	<b>Influência da empresa pesqueira na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins.....</b>	49
4.4	<b>INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE CAPTURA E TRATAMENTO PÓS-CAPTURA NA OCORRÊNCIA E TEORES DE HISTAMINA EM ATUNS E AFINS CAPTURADOS NA COSTA BRASILEIRA.....</b>	52
4.4.1	<b>Práticas de captura.....</b>	52
4.4.2	<b>Tratamento pós-captura.....</b>	53
4.5	<b>SURTOS DE INTOXICAÇÃO POR PEIXES DA FAMÍLIA <i>SCOMBRIDAE</i> NO BRASIL.....</b>	54
5	<b>CONCLUSÕES.....</b>	57
6	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	58
	<b>ANEXO A – MAPA DE BORDO (VARA E ISCA-VIVA).....</b>	65
	<b>ANEXO B – MAPA DE BORDO (ESPINHEL PELÁGICO).....</b>	68

## LISTA DE TABELAS

1	Surtos de intoxicação histamínica após consumo de peixes.....	21
2	Gradiente de eluição para as fases móveis solução tampão acetato de sódio-octanossulfonato de sódio e acetonitrila utilizado na determinação de histamina.....	37
3	Comparação entre os parâmetros presentes nos mapas de bordo de embarcações na modalidade de vara e isca-viva e espinhel pelágico no período de 2007 a 2009.....	38
4	Quantidade de pescado capturado (espécies-alvo ou outras espécies) na costa brasileira por modalidade de pesca no período de 2007 a 2009.....	40
5	Descrição das características das embarcações utilizadas na pesca de atuns e afins na costa brasileira no período de 2007 a 2009.....	40
6	Procedimentos de manipulação do pescado a bordo das embarcações de acordo com a espécie capturada.....	41
7	Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	45
8	Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira por mês nos anos de 2007 a 2009.....	47
9	Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira nas regiões nordeste, sudeste e sul nos anos de 2007 a 2009.....	49
10	Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira por SIF nos anos de 2007 a 2009.....	51
11	Amostras analisadas e ocorrência de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira acompanhadas do mapa de bordo.....	52
12	Parâmetros avaliados nos mapas de bordo de amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira que apresentaram ou não histamina.....	53
13	Teores de aminas biogênicas em amostras de atuns envolvidas em surtos de intoxicação histamínica.....	55

## LISTA DE FIGURAS

1	Artes de pesca utilizadas para captura de atuns - (A) espinhel, (B) rede de cerco, e (C) vara e isca viva.....	22
2	Estrutura química de algumas aminas.....	24
3	Vias metabólicas para formação de aminas bioativas.....	26
4	Avaliação da temperatura de amostra de atum no momento da recepção.....	32
5	Etapas de quarteamento (A), trituração (B), e adição de TCA (C) envolvidas na extração de histamina em pescado.....	36
6	Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007 a 2009.....	42
7	Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007, 2008 e 2009.....	44
8	Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira por mês nos anos de 2007 a 2009.....	46
9	Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nas regiões nordeste, sudeste e sul nos anos de 2007 a 2009.....	48
10	Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira por SIF nos anos de 2007 a 2009.....	50



## LISTA DE SIGLAS

ATP: Adenosina Trifosfato  
CE: Comunidade Européia  
CLAE: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência  
DAO: Diaminoxidase  
DNA: Ácido desoxirribonucléico  
FAD: Fish Attraction Device  
FAO: Food and Agriculture Organization  
FDA: Food and Drug Administration  
HIM: Histamina  
ICCAT: International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas  
LANAGRO: Laboratório Nacional Agropecuário do Pernambuco  
LBqA: Laboratório de Bioquímica de Alimentos  
MAO: Monoaminoxidase  
MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
MERCOSUL: Mercado Comum do Sul  
MPA: Ministério da Pesca e Aquicultura  
OPA: *Orto*-ftalaldeído  
PAO: Poliaminoxidase  
RNA: Ácido Ribonucléico  
SEAP: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca  
SIF: Serviço de Inspeção Federal  
TCA: Ácido tricloroacético  
UE: União Européia  
ZEE: Zona Econômica Exclusiva

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivos investigar a qualidade de peixes da família *Scombridae* com relação aos teores de histamina e investigar a ocorrência de intoxicação histamínica. No Brasil, entre 2007 e 2009, amostras de atuns e afins foram obtidas e analisadas quanto aos teores de histamina por cromatografia líquida de alta eficiência por par iônico e detecção fluorimétrica após derivação pós-coluna com *o*-ftaladeído. De acordo com os mapas e diários de bordo, a captura dos peixes foi feita por espinhel pelágico ou por vara e isca viva. Os peixes mais analisados nos respectivos tipos de captura foram albacora lage (*Thunnus albacares*), bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), e espadarte (*Xiphias gladius*). As condições prevalentes durante a captura por espinhel pelágico foram 6 a 107 dias de pesca; temperatura da superfície da água de 18,3 a 30,8 °C; profundidade da isca 800 a 5.500 m; número de anzóis de 880 a 2.200; local da pesca latitude 04°47'N a 22°20'S e longitude 40°15'O a 50°22'O; e 3.320 a 195.000 kg de peixes capturados. As condições prevalentes durante a captura por vara e isca foram 2 a 35 dias de pesca; temperatura da superfície da água de 22,8 a 27,6 °C; profundidade da isca 100 a 2000 m; local da pesca latitude 22°40'S a 32°44'S e longitude 20°11'O a 48°30'O; e 3.669 a 123.823 kg de peixes capturados. Após a captura, os peixes eram sangrados, eviscerados além de retiradas as nadadeiras e a cabeça. Dentre as 864 amostras analisadas, apenas 7,3% continham histamina em níveis que chegaram a 878,22 mg/kg (média de 5,8 mg/kg e mediana de 0,0 mg/kg). As amostras eram divididas em lotes de 9 amostras cada. Apenas dois (02) dos 96 lotes analisados não atenderam a legislação Européia. Os teores de histamina encontrados foram afetados pelo ano, mês do ano e região de captura. Três surtos de intoxicação por histamina envolvendo 25 indivíduos foram relatados na cidade de Natal, RN. Os sintomas incluíram eritema, prurido, vômito, náusea e taquicardia e foram observados 20 a 30 min. após o consumo do peixe. As amostras incriminadas continham histamina em teores de 3.701,8; 750,4 e 1.565,5 mg/kg.

**PALAVRAS-CHAVE:** histamina, *Scombridae*, intoxicação histamínica, qualidade de pescado, aminas biogênicas.

## ABSTRACT

**PREVALENCE OF HISTAMINE IN SCOMBROID FISH AND OF HISTAMINE POISONING IN BRAZIL FROM 2007 TO 2009.** The objectives of this study were to investigate the quality of scombroid fish with respect to histamine and to investigate the occurrence of histamine poisoning. Samples of *Scombroid* fish were obtained during this period and analyzed for histamine by ion-pair high performance liquid chromatography with fluorimetric detection after post-column derivatization with *o*-phthalaldehyde. The samples were captured by means of long line and troll caught. The fishes mostly captured were, respectively yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*), and swordfish (*Xiphias gladius*). The prevalent conditions during capture by long line were 6 to 107 days of fishing; water surface temperature – 18.3 to 30.8 °C; depth of the bait 800 to 5500 m; number of lines - 880 to 2200; fishing area - latitude 04°47'N to 22°20'S and longitude 40°15'W to 50°22'W; and 3,320 a 195,000 kg of captured fish. The prevalent conditions during capture by troll caught were 2 to 35 days of fishing; water surface temperature – 22.8 a 27.6 °C; depth of the bait - 100 to 2000 m; fishing area - latitude 22°40'S to 32°44'S and longitude 20°11'W to 48°30'W; and 3,669 to 123,823 kg of fish captured. After capture, the fishes were bled, eviscerated and the flippers, head and tail were cut. Among the 864 samples analyzed, only 7.3% contained histamine at levels varying from non detected (<0.56 mg/kg) to 878.22 mg/kg (mean 5.8 mg/kg and median of 0.0 mg/kg). Only two of the 96 lots analyzed did not attend the European legislation. The levels of histamine detected were affected by the year, month of the year and region of capture. Three cases of histamine poisoning involving 25 individuals were reported in the city of Natal, RN. The symptoms included erithema, rush, vomiting, nausea and tachycardia and were observed 20-30 min after fish consumption. The samples incriminated were observed to contain 3,701.8, 750.4 and 1,565.5 mg/kg.

**KEY WORDS:** histamine, *Scombroid*, histamine poisoning, fish quality, biogenic amines.

# 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a aquicultura é uma atividade em expansão e se desenvolve nas macrorregiões continental, costeira e oceânica. O litoral brasileiro conta com uma grande variedade de ambientes costeiros entre estuários, baías, manguezais, lagoas, rios, lagunas e enseadas, além da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do setor pesqueiro. O país conta ainda com clima extremamente favorável para o crescimento de organismos aquáticos, existindo várias espécies nativas com potencial para cultivo entre peixes, moluscos, crustáceos, algas, anfíbios e répteis. A produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995 e nos últimos oito anos essa produção aumentou 25%. A expectativa é de que até o ano de 2011 a produção total de pescado atinja a meta de 1,43 milhão de toneladas (MPA, 2010).

O pescado constitui fonte importante de vitamina D, vitamina E, ácidos graxos ômega 3 e contém baixa quantidade de ácidos graxos saturados (SIDHU, 2003). Devido às suas excelentes qualidades nutricionais, a FAO recomenda um consumo mínimo de produtos pesqueiros de 12 kg por habitante por ano. O consumo de pescado no Brasil ainda é baixo, se comparado ao de outros países. São cerca 7 kg por habitante ao ano. A média mundial é de 16 kg por habitante ao ano, entretanto espera-se que esse consumo alcance uma média de 22,5 kg por habitante ao ano até o ano de 2030 (FAO, 2008).

Apesar de suas qualidades nutricionais, o pescado é um alimento susceptível à deterioração (SASSAKI & RIBEIRO, 1991; ASHIE et al., 1996) e esta pode levar à formação de aminas biogênicas, principalmente a histamina. As aminas biogênicas pertencem a um grupo maior, as aminas bioativas, que são bases orgânicas de baixo peso molecular e possuem atividade biológica. As aminas biogênicas são formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas, dentre elas, pode-se citar histamina, serotonina, tiramina, feniletilamina, triptamina, putrescina, cadaverina e agmatina. Teores elevados destas substâncias podem causar intoxicação alimentar (MIETZ & KARMAS, 1977; BRINK et al., 1990; VECIANA-NOGUÉS et al., 1997; LIMA & GLÓRIA, 1999; SILVA & GLÓRIA, 2002; GLÓRIA, 2005; SILVA et al., 2010).

De acordo com a literatura, vários são os fatores relevantes para a formação de histamina em pescados, dentre eles, a manipulação inadequada (GUIZANI et al., 2005) e a ausência de controle da temperatura pós-captura (VISCIANO et al., 2007). Outros fatores como o local de captura, a temperatura do ar e da água, práticas de manuseio

pós-captura, sistemas e velocidades de resfriamento e congelamento, manutenção do peixe sob condições de refrigeração e condições higiênico-sanitárias podem influenciar nos teores de amins no peixe. Falhas eventuais nesta cadeia podem propiciar o crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, uma elevação nos teores de histamina (ARNOLD & BROWN, 1978; FDA, 1995; GLÓRIA et al., 1999; RUIZ-CAPILLAS & MORAL, 2001; SILVEIRA et al., 2001; GUIZANI et al., 2005).

Recentemente a União Européia estabeleceu barreiras à exportação de pescado de países que não efetuavam a análise dos teores de histamina muscular nesses alimentos, principalmente atuns e afins. Tais análises devem ser efetuadas por cromatografia líquida de alta eficiência - CLAE (SILVA, 2008; OLIVEIRA, 2009).

São escassos os dados sobre os teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira e sobre os surtos de intoxicação histamínica. Estes dados seriam relevantes para esclarecer se as condições de pesca utilizadas no país são adequadas para a obtenção de pescados livres de histamina.

Este trabalho teve como objetivo geral obter dados sobre as condições prevalentes de captura e pós-captura de atuns e afins, sobre a ocorrência de histamina nestes peixes e também sobre a ocorrência de intoxicação histamínica no Brasil.

Os objetivos específicos foram:

- (i) analisar os dados associados às práticas de captura de atuns e afins por meio de mapas de bordo fornecidos pelas empresas pesqueiras;
- (ii) analisar os dados associados aos tratamentos pós-captura de atuns e afins por meio de diários de bordo fornecidos pelas empresas pesqueiras;
- (iii) determinar, por meio da técnica de cromatografia líquida de alta eficiência, a ocorrência e os teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira e destinados a exportação;
- (iv) avaliar a influência das práticas de captura e tratamento pós-captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins da costa brasileira; e
- (v) investigar a ocorrência de surtos de intoxicação histamínica no Brasil.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 PEIXE**

Peixe fresco é definido como aquele conservado somente pelo resfriamento, a uma temperatura próxima a 0 °C. Deve possuir pele firme, bem aderida, úmida e sem a presença de manchas. Os olhos devem ser brilhantes e salientes. As escamas devem apresentar-se unidas entre si, brilhantes e fortemente aderidas à pele. As brânquias devem possuir cor que vai do rosa ao vermelho intenso, ser brilhantes e sem viscosidade. O odor deve ser característico e não repugnante (SEAP, 2008).

O peixe constitui fonte de proteínas de alto valor biológico tão importante quanto a carne bovina. Sabe-se que 100 g de peixe, por exemplo, contêm 80 calorias enquanto que a mesma quantidade de carne bovina magra representa 210 calorias. Devido à quantidade mínima de tecido conjuntivo, os peixes são de alta digestibilidade, a qual representa relação inversa com o teor de gordura, ou seja, os peixes considerados como magros são os mais digestíveis. Os peixes contêm quantidade significativa de fósforo e iodo; pouco cálcio e ferro. Nos peixes com teores de gordura acima de 15%, são encontrados níveis elevados das vitaminas A e D na musculatura; nos demais, a concentração é sempre elevada no fígado (GERMANO et al., 1998).

#### **2.1.1 Produção de pescado no Brasil e no mundo**

O Brasil apresenta um grande potencial para o desenvolvimento da aquicultura. Possui um extenso território sendo 7.367 km de costa oceânica e, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), a aquicultura brasileira vem tendo destaque nas exportações, com aumento para peixes frescos, especialmente na forma de filés (FAO, 2008). A produção aquícola brasileira tem crescido acima da média mundial desde 1995. A aquicultura brasileira cresceu em média 21,1% ao ano enquanto a mundial cresceu cerca de 9,5% ao ano, no período de 1991 a 2004. Verificou-se também uma valorização do preço do pescado exportado pelo Brasil. Esta valorização foi gerada pelo aumento da exportação de preparações e conservas, filé de peixe, lagosta, polvo, atuns e afins (SEAP, 2008).

A produção mundial da aquicultura em 2004 foi de 59 milhões de toneladas e gerou uma renda de aproximadamente 70,3 bilhões de dólares. O país líder nesta produção foi a China com 70% (41,3 milhões de toneladas) do total e 51% (US\$ 36 bilhões) da geração de receitas (OSTRENSKY et al., 2008).

A produção brasileira de pescado passou de 990.899 para 1.240.813 toneladas anuais de 2001 a 2009. Somente nos últimos dois anos, houve um crescimento de 15,7%, conforme os dados estatísticos de 2008 e 2009, sendo que a aquicultura apresentou uma elevação de 43,8%, passando de 289.050 para 415.649 toneladas/ano. A produção da pesca extrativa, tanto marítima quanto continental (rios, lagos etc) passou de 783.176 para 825.164 toneladas/ano no mesmo período, um aumento em torno de 5,4% (MPA, 2010).

O Nordeste, de acordo com os dados de 2009, é a maior região produtora de pescado do Brasil com 411 mil toneladas/ano, seguida da região Sul, com 316 mil toneladas/ano. A região Norte está em terceiro lugar, com 263 mil toneladas/ano, a Sudeste, com 177 mil toneladas/ano, e, por último, Centro-oeste, com 72 mil toneladas/ano (MPA, 2010).

Até 2011, a expectativa do Ministério da Pesca e Aquicultura é de que a produção total de pescado atinja a meta de 1,43 milhão de toneladas, conforme previsto no plano “Mais Pesca e Aquicultura”, lançado pelo governo em 2008. De acordo com essas projeções, a aquicultura responderá por cerca de 570 mil toneladas/ano e a pesca extrativa, tanto marítima quanto continental, com cerca de 860 mil toneladas/ano (MPA, 2010).

### **2.1.2 Deterioração de peixes**

Por ser considerado um alimento altamente perecível, o pescado exige alguns cuidados durante o manuseio, tanto durante o processo de captura quanto durante a estocagem nos barcos pesqueiros. Qualquer alimento proveniente do mar pode alterar-se por autólise, atividade bacteriana e/ou oxidação. Após a captura, dependendo da espécie, o peixe deve ser eviscerado imediatamente. Também devem ser retiradas a cabeça e as brânquias. Logo após, o pescado deverá ter sua cavidade celomática lavada com água do mar livre de germes para posteriormente ser misturado ao gelo (VIEIRA,2004).

Um dos principais fatores causadores da deterioração de peixes é a decomposição bacteriana. Nos peixes as bactérias estão distribuídas no intestino, brânquias e no muco superficial. Novas fontes de contaminação, como gelo, equipamentos, manuseio e pessoal, podem aumentar a microbiota (TAYLOR, 1986). Algumas práticas de manuseio são recomendadas para garantir a qualidade do pescado, tais como sangria, evisceração, lavagem, resfriamento, acondicionamento e sanitização. As práticas sanitárias permeiam todos os fatores relativos à contaminação dos alimentos marinhos, incluindo o meio em que esses organismos são capturados, a manipulação da matéria-prima fresca e o estado das instalações nos quais o pescado é processado. Práticas de higiene adequadas por parte dos manipuladores têm importância fundamental, considerando que o homem é veículo de microrganismos responsáveis pelas doenças alimentares (VIEIRA, 2004).

Após a captura, o peixe passa pelos seguintes estágios: hiperemia e/ou liberação do muco, *rigor mortis*, digestão química, autólise e decomposição bacteriana. A liberação do muco ocorre como uma reação comum do organismo agonizante ao meio ambiente adverso. O muco, constituído principalmente pela mucina, é um excelente substrato para o desenvolvimento de bactérias. Este deve ser retirado por simples lavagem. O *rigor mortis* ou rigidez cadavérica se instala após a morte. A glicogenólise é pequena nos peixes, resultando em pH entre 5,4 e 6,2, insuficiente para inibir o crescimento de microrganismos, entretanto, ideal para a ativação de enzimas proteolíticas do músculo (catepsinas). No *post rigor*, os músculos amolecem, tem-se o desdobramento da adenosina-trifosfato (ATP) e formação de amônia (além de outros compostos voláteis) a partir da uréia (VIEIRA, 2004). O pH do músculo aumenta até alcançar os valores iniciais (BERAQUET & LINDO, 1985; ASHIE et al., 1996). As enzimas proteolíticas do músculo do pescado e as de origem bacteriana têm um papel mais importante na deterioração do pescado tropical do que nas espécies de águas frias. Peixes tropicais podem deteriorar-se rapidamente em temperatura ambiente (VIEIRA, 2004).

A deterioração de peixes poderá ser resultante de alterações bioquímicas como a oxidação lipídica e a hidrólise de proteínas, ou da atividade metabólica de microrganismos da microbiota natural ou contaminante. O mecanismo predominante, entretanto, dependerá da composição química do peixe, da ecologia microbiana e das condições de manuseio e armazenamento (ASHIE et al., 1996).

Se forem acrescentados às alterações naturais, alguns fatores externos como a captura do pescado em águas poluídas e a não observação das condições ideais de



refrigeração, manuseio e transporte, menor será o tempo de conservação do pescado. Sérios cuidados deverão ser observados pelos técnicos que lidam com pescado, principalmente na observação do trinômio tempo x higiene x temperatura, fatores que, se não forem controlados, poderão comprometer a qualidade desse alimento. O tempo se refere à rapidez com que se desencadeiam as reações autolíticas e/ou bacterianas que, por outro lado, estão relacionadas com o grau de higiene do barco ou instalações frigoríficas e dos manipuladores do pescado. Somados às baixas temperaturas, se devidamente aplicadas, evitarão ou, pelo menos, retardarão as reações acima mencionadas (VIEIRA, 2004).

### **2.1.3 Rigor mortis**

Os métodos de captura têm uma influência acentuada com relação ao intervalo de tempo necessário para que o *rigor mortis* se instale. Assim, o pescado submetido a um grande estresse durante o processo de captura, que antecede sua morte, terá o período de *rigor mortis* reduzido devido ao gasto excessivo de glicogênio. Os peixes de hábitos ativos como o atum e a cavala podem debater-se muito antes de sua morte, quando capturados por redes ou anzóis, prejudicando assim a sua qualidade e o tempo de estocagem em gelo (VIEIRA, 2004).

O *rigor mortis* demora mais para se iniciar e dura mais tempo, quanto mais baixa for a temperatura de armazenamento do pescado. A ação deterioradora das bactérias é dificultada, enquanto o *rigor mortis* não termina. Desta forma, a refrigeração faz com que a deterioração, causada por bactérias, seja adiada. Portanto, a refrigeração é de grande importância na conservação do pescado, durante todos os estágios da estocagem, seja a bordo ou durante o seu transporte e comercialização, ou ainda, durante as etapas do processamento industrial. Temperaturas de resfriamento envolvem gelo ou refrigeração mecânica. Tanto pode ser usado como o principal método de conservação, como numa preservação temporária até que outro processo seja aplicado. O gelo, na indústria alimentícia, tem um dos mais importantes papéis, uma vez que evita e/ou retarda a deterioração por contaminação ou proliferação microbiana (VIEIRA, 2004).

Para retardar a deterioração bacteriana são indispensáveis a correta conservação do pescado mantendo a temperatura baixa pelo uso de gelo em escamas ou em cubos, ou de câmaras de refrigeração. O tratamento e filtração da água para lavagem e fabricação do gelo; o cuidado para evitar o esmagamento do pescado no

empilhamento; a eliminação de detritos; a higiene e saúde do manipulador e a higienização adequada de equipamentos e das instalações também são procedimentos importantes na conservação do pescado (HATHCOCK, 1982; LISTON, 1990; LUCAS, 1995; PANETTA et al., 1995; SILVA, 2008).

Alguns parâmetros, como ácidos e bases voláteis, pH, aminas voláteis, trimetilamina, álcoois e ácido succínico têm sido utilizados para avaliar o grau de decomposição ou qualidade do peixe. Os teores destes parâmetros aumentam com a decomposição do pescado, apesar de não serem considerados bons índices de qualidade de peixes. A avaliação sensorial do peixe é considerada um bom critério de qualidade; porém, o método é subjetivo e requer treinamento exaustivo (SILVA, 2008).

## 2.2 ATUM

Os atuns são peixes pertencentes à família *Scombridae*, que se dividem em diversas espécies, das quais se destacam a albacora bandolim (*Thunnus obesus*), albacora laje (*Thunnus albacares*), bonito de barriga listrada (*Katsuwonus pelamis*), albacora branca (*Thunnus alalunga*) e albacora azul (*Thunnus thynnus*). Estas espécies representam cerca de 80% das capturas mundiais dos tunídeos (BRILL et al., 2005).

Os atuns e afins são peixes ósseos, portanto, classificados como teleósteos, muito vorazes, altamente migratórios e podem ser capturados em um oceano inteiro por diversos países (COLLETE, 1995; PEREIRA, 2007). Este padrão de distribuição e migração é muito influenciado pelos fatores abióticos e bióticos do meio ambiente. Entre os fatores ambientais abióticos e bióticos, a temperatura da água e o oxigênio dissolvido são considerados os mais importantes para a distribuição espaço-temporal dos atuns enquanto a procura por presas é considerada a mais importante (PEREIRA, 2007). Se forem explorados de forma adequada podem formar grandes cardumes, devido ao elevado ritmo de reprodução e alta taxa de crescimento, tanto em tamanho quanto em peso (COLLETE, 1995). Os atuns habitam as águas temperadas, tropicais e subtropicais dos oceanos e buscam por temperaturas que variam de 18 a 31 °C. Se alimentam de outros peixes, cefalópodos e crustáceos (BERTRAND et al., 2002; OLIVEIRA, 2005).

As albacoras estão distribuídas em todos os oceanos. Geralmente estas espécies se concentram em águas superficiais, próximas a ilhas e outras massas de terra e em zonas oceânicas de separação ou encontro de correntes. São espécies predadoras e alimentam-se de uma enorme variedade de espécies marinhas (OLIVEIRA, 2005).

As albacoras originaram-se na antiguidade, na Grécia Clássica e no Império Romano. São os principais representantes do grupo pesqueiro denominado de atuns e afins. Outras espécies também são associadas à sua captura, como os agulhões pertencentes à família *Istiophoridae* e *Xiphiidae*, e os tubarões em sua maioria representantes da família *Carcharhinidae* (OLIVEIRA, 2009). Anualmente são capturadas cerca de 600.000 toneladas de atuns e afins no Oceano Atlântico. O Brasil não exerce uma participação expressiva neste contexto, afinal sua produção aproxima-se de 40.000 toneladas, representando apenas 6,66% das capturas. Grande parte desta produção é de bonito listrado, que é uma das espécies de menor valor comercial (OLIVEIRA et al., 2007).

As albacoras bandolim são encontradas em águas com temperaturas que variam de 17 a 22 °C. Esses peixes podem alcançar até 250 cm, mas normalmente são capturados na faixa de 40 a 170 cm. Costumam ser frequentemente capturados junto com exemplares da albacora laje, principalmente quando a arte da pesca é a rede de cerco. O inconveniente é que, quando jovens, esses atuns são bastante parecidos, dificultando a identificação da espécie. Porém, algumas pessoas mais experientes conseguem fazer a distinção das espécies através da identificação de manchas brancas em linha na região ventral do peixe que costumam ser retas na albacora bandolim e curvas na albacora laje (FONTENEAU et al., 2005).

A albacora laje pode ser encontrada nas águas tropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Os peixes adultos buscam temperaturas próximas a 22 °C, e os mais jovens são encontrados em águas superficiais. Geralmente são capturados em comprimentos que podem variar de 30 a 170 cm, porém podem alcançar até 239 cm (OLIVEIRA, 2009).

A identificação dos exemplares adultos destas duas espécies de atuns é feita pela coloração do corpo. A albacora bandolim é azul-escuro metálico na região dorsal, suas nadadeiras e peitorais são amarelo-escuro, enquanto que a nadadeira anal é prateada. Além disso, existe uma linha azulada nos dois lados do corpo (OLIVEIRA, 2009). A albacora laje também possui cor azul-escuro metálica na região dorsal,

porém, sua primeira nadadeira dorsal tem uma intensa cor amarela, enquanto a segunda e a anal são amarelo-claras (COLLETE, 1995).

### 2.2.1 Modalidades de pesca de atuns e afins

A pesca de atuns e afins teve seu início no Brasil em 1956, quando embarcações japonesas iniciaram suas atividades no porto do Recife, PE. No período de 1964 até 1975, diversos entraves políticos e econômicos provocaram a suspensão desta atividade. A consolidação deste tipo de pesca no Brasil só se deu nos anos 80, com a utilização de embarcações nacionais adaptadas à pesca por espinhel de multifilamento. O espinhel de multifilamento foi substituído pelo espinhel de monofilamento, também conhecido por espinhel pelágico, com o arrendamento de barcos norte-americanos em 1996 (NEVES et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA, 2009).

Os atuns são basicamente capturados por três modalidades de pesca: espinhel, rede de cerco e vara e isca viva (**Fig. 1**). A modalidade de pesca mais atuante nos dois lados do oceano Atlântico é o espinhel (FIGUEIREDO, 2007).

Atualmente, o Brasil é o único país do Atlântico sul que ainda captura atuns através da modalidade de vara e isca viva. A modalidade de cerco ocorre esporadicamente, sendo realizada por traineiras licenciadas para pesca de sardinha verdadeira. Outra técnica utilizada desde a década de 60 é o “Fish Attraction Device” (FAD), que utiliza bóias ancoradas em posições conhecidas, facilitando o acesso das embarcações e reduzindo o consumo de óleo diesel (SCHROEDER & CASTELLO, 2007). O tamanho dos peixes capturados varia de acordo com a arte de pesca utilizada, ou seja, (i) de médio a grande porte (45 a 50 kg) na pesca com espinhel, (ii) pequeno a médio (20 a 30 kg) em barcos com vara e isca viva, e (iii) pequenos (5 a 10 kg) na pesca com rede de cerco (ICCAT, 2006).

O espinhel pelágico consiste numa linha principal de nylon de alta resistência, com cerca de 80 km, da qual partem linhas secundárias com 1500 a 2200 anzóis no total. Esse conjunto é lançado com iscas tingidas com cores brilhantes que são presas a bastões luminosos com a finalidade de atrair os peixes (NEVES et al., 2001). O espinhel é composto em média por 300 rolos, ligados entre si, e por cabos auxiliares: cabos de bóia (com destorcedor, bóia e, alternadamente, haste de bambu com bandeirola) e cabo de anzol (com dois tipos de cabos de nylon: “bura” e “sekyiama”, destorcedor, cabo de aço e anzol). Utilizam-se ainda bóias de luz e bóias-rádio para

facilitar a localização do espinhel. A sardinha (*Sardinella brasiliensis*), a lula (*Illex sp.*) e a cavalinha (*Scomber japonicus*) são as espécies mais utilizadas como iscas (MOURATO, 2007).

O espinhel pelágico, de uma maneira geral, é lançado logo após o pôr-do-sol. O lançamento neste período do dia ocorre em função do comportamento das espécies-alvo. No caso deste tipo de pescaria são os grandes peixes que vivem em alto mar, e que estão representados tanto pelos que habitam águas profundas como os demersais, quanto pelos que vivem na coluna de água como peixes pelágicos, nos quais estão incluídos os atuns (NEVES et al., 2001).

Segundo o ICCAT (2009), alguns países utilizam diferentes modalidades de pesca para a captura de atuns e afins além do espinhel pelágico. No Canadá a pesca é realizada também com vara, arpão e rede de cerco. Nos Estados Unidos a pesca é realizada com espinhel pelágico e carretilha *troll caught*. Já os países da União Européia pescam com espinhel, vara e isca-viva, rede de cerco e arpão. Alguns países da África pescam também com vara, rede e espinhel. Os países que utilizam apenas o espinhel como modalidade de pesca de atuns e afins são China e Japão (GLÓRIA, et al., 1999; ICCAT, 2009).

## 2.2.2 Histamina em atuns e afins

A intoxicação histamínica também tem sido denominada de intoxicação por escombrídeos por estar associada à intoxicação após o consumo de peixes da família *Scombridae* (SILVA, 2008).

Vários surtos de intoxicação histamínica foram registrados nos Estados Unidos, Japão, Inglaterra, França, Dinamarca, Canadá, dentre outros. Os peixes das famílias *Scombridae* (atum, bonito, cavala), *Scomberesocidae* (tiravira), *Pomatomidae* (pomátomo), *Coryphaenidae* ('dolphin-fish, mahi-mahi'), *Carangidae* (olho-de-boi), *Clupeidae* (arenque, sardinha) e *Engraulidae* (anchova) foram os mais implicados nesses casos (TAYLOR, 1986). No período de janeiro de 2005 a dezembro de 2007 ocorreram 21 surtos em Israel implicando peixes da família *Scombridae* (LAVON et al., 2008). Outro surto aconteceu na Ilha Formosa no ano de 2007 no qual os peixes eram da família *Istiophoridae* (CHEN et al., 2010). Vários casos de intoxicação histamínica não são registrados, uma vez que os sintomas podem ser relativamente leves, ter curta duração e as pessoas acometidas não procurarem apoio médico. Além disso, muitos médicos não têm conhecimento da intoxicação histamínica, desconsiderando este

como possível diagnóstico. Ainda, mesmo quando o diagnóstico é feito, muitos países não mantêm um registro oficial dos surtos. Sendo assim, não se conhece a incidência real de intoxicação histamínica (GLÓRIA, 2005). Na **Tab. 1**, estão descritos alguns surtos de intoxicação histamínica por peixes. Observa-se que não existem relatos de casos ou surtos de intoxicação no Brasil descritos na literatura.

Os atuns e afins são particularmente susceptíveis à formação de histamina por conterem grandes quantidades de histidina livre no tecido muscular que, em certas situações, podem sofrer descarboxilação e formar histamina (LIMA, 1999). A histamina é uma amina biogênica que pertence a um grupo maior que são as aminas bioativas.

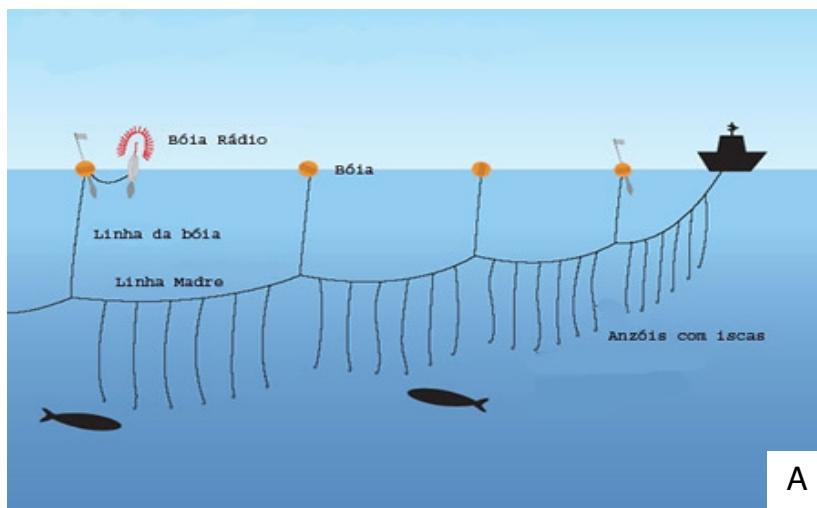
**Tabela 1.** Surtos de intoxicação histamínica após consumo de peixes

PAÍS	PERÍODO	Nº SURTOS	Nº CASOS
Canadá	1975-1981	6*	-
Dinamarca	1976-1982	33	-
	1993-1998	13	-
Finlândia	1993-1998	9	> 772
França	1980-1983	10*	> 500
	1993-1997	38	-
Japão	1950-1954	14	1215
	1970-1980	42*	4122
Suécia	1993-1998	4	12
Reino Unido	1976-1982	136	439
	1987-1996	105	405
	1968-1981	110*	888
Estados Unidos	1973-1987	202	1216
	1988-1998	32	155
	1999-2006	213	836

(\*) surtos envolvendo outros alimentos, como carnes e queijos.

(-) informação não disponível.

(SILVA, 2008).



A



B



C

**Figura 1.** Artes de pesca utilizadas para captura de atuns - (A) espinhel, (B) rede de cerco, e (C) vara e isca viva (A PESCA..., 2010; PESCA DO ATUM..., 2010; REDE...,2010).

## 2.3 AMINAS BIOATIVAS

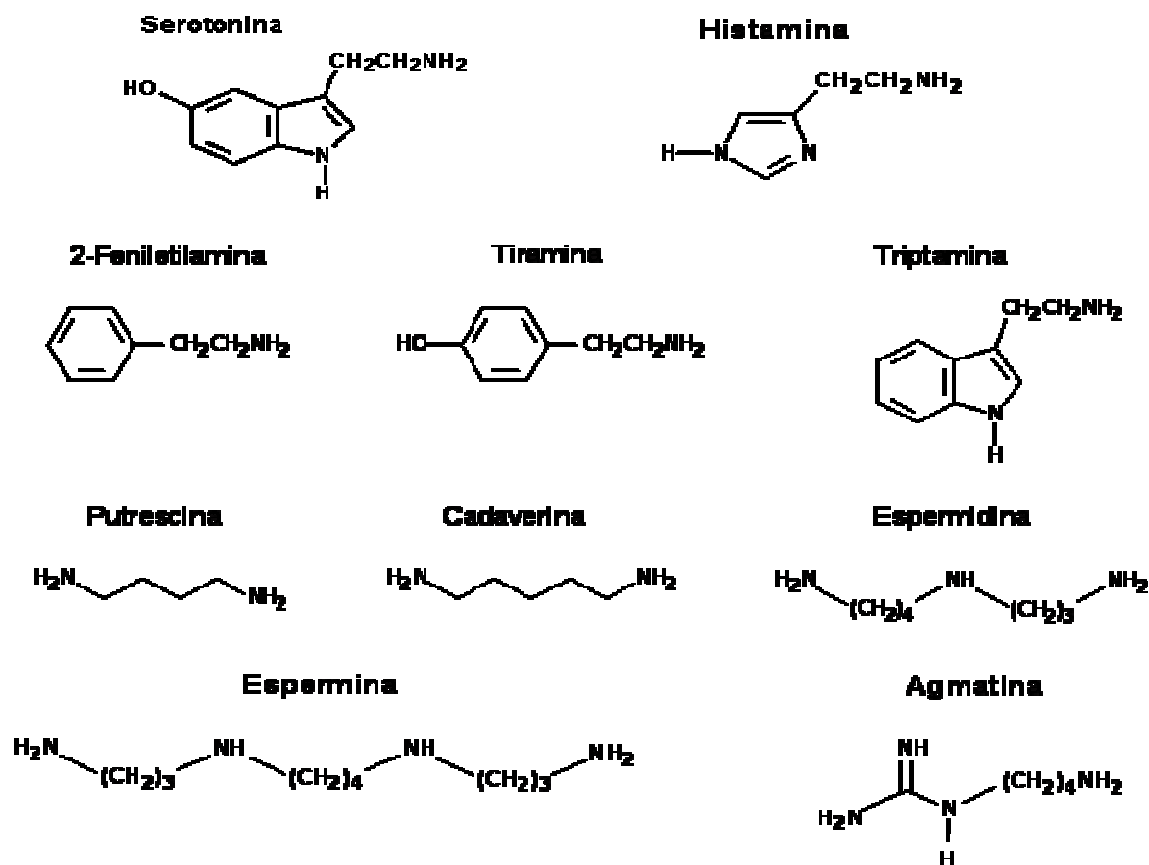
### 2.3.1 Definição e classificação

As aminas bioativas são bases orgânicas alifáticas, alicíclicas ou heterocíclicas de baixo peso molecular. São formadas por processos bioquímicos e participam de funções metabólicas e fisiológicas importantes nos organismos vivos. Geralmente são vasoativas, neuroativas ou psicoativas. Aminas psicoativas como histamina e serotonina, afetam o sistema nervoso, agindo sobre os transmissores no sistema nervoso central. Aminas vasoativas agem direta ou indiretamente no sistema vascular. As vasopressoras como tiramina, triptamina e feniletilamina causam um aumento na pressão sanguínea devido à constrição do sistema vascular e aumento na força de contração do coração. Contudo, a tiramina tem indiretamente causado liberação de noradrenalina pelo sistema nervoso simpático. Serotonina e histamina também são fortes aminas vasoativas (SMITH, 1980-81; SHALABY, 1996; GLÓRIA, 2005).

A denominação das aminas bioativas é, em sua maioria, função dos aminoácidos precursores, como por exemplo, histamina, tiramina e triptamina que se originam da histidina, tirosina e triptofano, respectivamente. Os nomes putrescina e cadaverina originaram-se do fato destas aminas terem sido encontradas em produtos em decomposição ou putrefação. Já espermina e espermidina se referem ao fluido seminal, de onde foram isoladas pela primeira vez (HALÁSZ et al., 1994; GLÓRIA, 2005). Estas substâncias podem ser classificadas quanto ao número de grupamentos amina na molécula, estrutura química, via biossintética e função que exercem (**Fig. 2**).

Quanto ao número de grupamentos amina, classificam-se em monoaminas (tiramina e feniletilamina), diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina) e as poliaminas (espermidina, espermina e agmatina). Em relação à estrutura química as aminas podem ser classificadas como alifáticas (putrescina, cadaverina, espermidina, espermina e agmatina), aromáticas (tiramina e feniletilamina) e heterocíclicas (histamina e triptamina). Ainda com relação à estrutura química, as aminas bioativas podem ser classificadas em catecolaminas (dopamina, noradrenalina e adrenalina), indolaminas (serotonina) e imidazolaminas (histamina) (SMITH, 1980-81; BARDÓCZ, 1995; SILLA-SANTOS, 1996).





**Figura 2.** Estrutura química de algumas aminas (GLÓRIA, 2005).

Com relação à função que exercem as aminas bioativas podem ser classificadas como moduladoras e promotoras do crescimento (espermidina e espermina), por atuarem no crescimento e manutenção do metabolismo celular. Podem ser também classificadas em vasoativas e neuroativas (tiramina, histamina e serotonina) devido ao seu efeito nos sistemas vascular e neural (BARDÓCZ et al., 1993).

### 2.3.2 Formação

A biossíntese de aminas ocorre durante o processo metabólico normal. Aminas são formadas por aminação de aldeídos, transaminação de aldeídos ou cetonas, hidrólise de compostos nitrogenados, decomposição térmica e descarboxilação de aminoácidos, sendo esta última a principal via de formação de aminas nos alimentos. A síntese de histamina, tiramina, triptamina, feniletilamina e cadaverina ocorre por meio da descarboxilação dos aminoácidos precursores histidina, tirosina, triptofano, fenilalanina e lisina, respectivamente. Os aminoácidos ornitina e arginina são os precursores das poliaminas, sendo a putrescina um composto intermediário obrigatório.

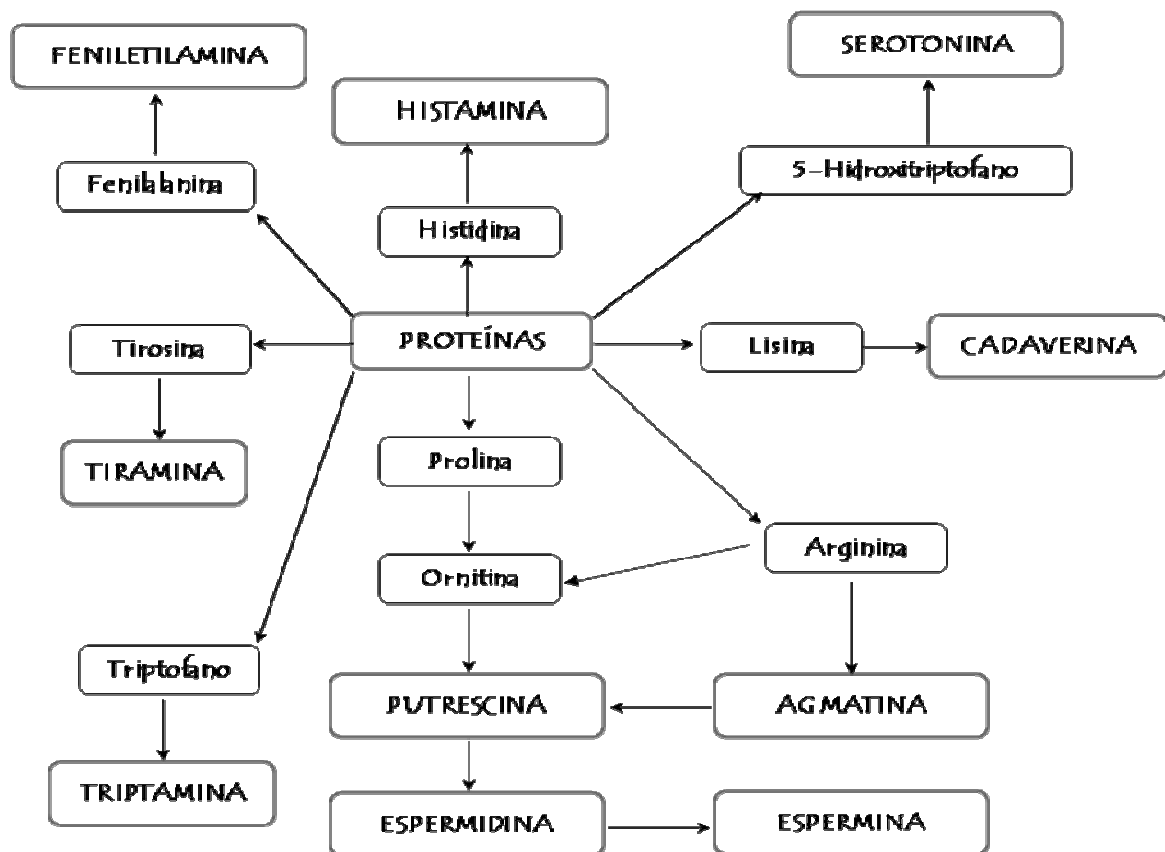
Pode-se observar na **Fig. 3** as vias metabólicas para formação de aminas bioativas (SMITH, 1980-81; HILLARY & PEGG, 2003; MOINARD et al., 2005).

Microrganismos com atividade descarboxilante de aminoácidos podem constituir parte da microbiota associada ao alimento, em produtos fermentados ou serem introduzidos por contaminação antes, durante ou após o processamento. A produção de aminas é influenciada pelo pH, temperatura, presença de oxigênio, presença de vitaminas e coenzimas, concentração de aminoácidos livres e de carboidratos fermentáveis. Em meio com pH entre 2,5 e 6,5, a produção de aminas é estimulada como mecanismo de proteção da bactéria (GLÓRIA, 2005), as altas concentrações do íons  $H^+$  tornam-se prejudiciais ao microrganismo fazendo com que este sintetize as enzimas descarboxilases (SILLA-SANTOS, 1996). Com relação à temperatura, as descarboxilases são mais ativas em temperaturas inferiores a 30 °C, acima de 40 °C são inativadas e na faixa de 0 a 10 °C, a atividade depende da microbiota presente (HALÁSZ et al., 1994). A formação de aminas biogênicas nos alimentos está condicionada à disponibilidade de aminoácidos livres, à presença de microrganismos descarboxilase positivos e, também, às condições favoráveis para o crescimento bacteriano, síntese e ação de enzimas descarboxilantes (SHALABY, 1996).

As aminas em alimentos podem ser inerentes ao produto, ou serem formadas por microrganismos adicionados (culturas iniciadoras) ou contaminantes, introduzidos por condições higiênico-sanitárias inadequadas. Dessa forma, as aminas podem ser utilizadas como critério de qualidade de alimentos, refletindo a má qualidade das matérias-primas utilizadas e/ou das condições higiênico-sanitárias durante a fabricação de certos produtos (HALÁSZ et al., 1994; KALÁČ et al., 2002; GLÓRIA, 2005).

### **2.3.3 Função**

As aminas bioativas são importantes no metabolismo e crescimento de microrganismos, animais e plantas. As aminas atuam como reserva de nitrogênio, substâncias naturais de crescimento de microrganismos e de vegetais, como hormônios ou fatores de crescimento. Estas aceleram o processo metabólico, participam na regulação da secreção gástrica, na contração e relaxamento do músculo liso, são biomoduladores e estimulam os neurônios sensoriais, motores e cardiovasculares (SMITH, 1980-81; STRATTON et al., 1991).



**Figura 3.** Vias metabólicas para formação de aminas bioativas (HALÁSZ et al., 1994).

As poliaminas desempenham papel importante em diversas funções fisiológicas de humanos e animais, sendo indispensáveis às células vivas. Durante o crescimento normal, as poliaminas estão envolvidas em uma variedade de processos que refletem suas características multifuncionais. Espermidina e espermina estão envolvidas na regulação e diferenciação de DNA e RNA e de proteínas. Poliaminas interagem com diferentes componentes da membrana das células modulando suas funções, sendo, portanto, importantes na permeabilidade e estabilidade da membrana celular (BARDÓCZ, 1995; SILLA-SANTOS, 1996; GLÓRIA, 2005; KALAČ & KRAUSOVÁ, 2005).

Algumas aminas são psicoativas ou vasoativas. A histamina, serotonina, dopamina, adrenalina e noradrenalina são psicoativas e atuam como neurotransmissoras no sistema nervoso central. As aminas vasoativas atuam direta ou indiretamente no sistema vascular, podendo ser vasoconstritoras ou vasodilatadoras. Tiramina, feniletilamina, isoamilamina, dopamina, adrenalina, noradrenalina e triptamina causam um aumento na pressão sanguínea por constrição do sistema vascular e aumento da velocidade e da força da contração cardíaca. A serotonina é

vasoconstritora, broncoconstritora, reduz o volume e a acidez do suco gástrico, tem efeito antidiurético, estimula o músculo liso e afeta o metabolismo de carboidratos. A histamina causa a vasodilatação, reduz a pressão sanguínea, aumenta a contração e velocidade do batimento cardíaco, atua na contração e relaxamento do músculo liso, na regulação da secreção gástrica e como estimulante dos neurônios dos sistemas motor e sensorial (SMITH, 1980-81; TAYLOR, 1986; STRATTON et al., 1991; GLÓRIA, 2005).

#### **2.3.4 Metabolismo e efeitos tóxicos**

As aminas são substâncias importantes na dieta humana, pois desempenham funções fisiológicas essenciais. Sendo assim, geralmente não apresentam risco à saúde humana. Entretanto, quando ingeridas em elevadas concentrações ou quando o sistema de catabolismo das aminas é inibido, podem causar efeitos tóxicos. As aminas absorvidas dos alimentos são rapidamente metabolizadas no organismo por conjugação ou mediante reações de oxidação por aminoxidases como monoaminoxidase (MAO), diaminoxidase (DAO) e poliaminoxidase (PAO) (SMITH, 1980-81; HALÁSZ et al., 1994; BARDÓCZ, 1995; LANGE et al., 2002).

Os fatores que mais interferem no catabolismo das aminas bioativas incluem a deficiência genética, a inibição dos agentes farmacológicos inibidores da MAO e a presença de substâncias potencializadoras como as aminas putrescina, cadaverina, tiramina, triptamina, feniletilamina, espermidina e espermina (HALÁSZ et al., 1994).

Os níveis tóxicos das aminas bioativas para humanos ainda são incertos, porém alguns limites são sugeridos. Para histamina a dose tóxica em alimentos situa-se na ordem de 100 mg/kg de alimento e de 2 mg/L em bebidas alcoólicas. Entretanto, indivíduos sensíveis à histamina, asmáticos ou portadores de úlcera são mais susceptíveis aos efeitos tóxicos da histamina (BRINK et al., 1990; HALÁSZ et al., 1994; LIMA & GLÓRIA, 1999).

A mais frequente intoxicação causada por aminas biogênicas em alimentos envolve a histamina. Os principais sintomas são erupções na pele, náuseas, dor de cabeça, palpitações, vômitos, dores abdominais, distúrbios respiratórios e taquicardia. Os principais alimentos envolvidos nesta intoxicação são os peixes e os queijos (STRATTON et al., 1991; CINQUINA et al., 2004; GLÓRIA, 2005). O efeito tóxico da histamina pode ser potencializado pelas aminas putrescina e cadaverina, pois estas podem inibir as enzimas DAO, aumentando o seu transporte através da parede

gastrointestinal. A presença destas substâncias potencializadoras pode explicar porque, em alguns casos, como peixes deteriorados e queijos maturados, a histamina é mais tóxica que a mesma quantidade de histamina quando ingerida sozinha (TAYLOR, 1986; SOARES & GLÓRIA, 1994; GLÓRIA, 2005).

A histamina é produzida por ação de enzimas originadas de microrganismos, especialmente quando os peixes são expostos a altas temperaturas por um determinado período de tempo (HALÁSZ et al., 1994). As *Enterobacteriaceae* são as principais bactérias produtoras de histamina, e geralmente são isoladas de peixes incriminados em intoxicação histamínica (KRIZEK, 2009). Outras espécies de bactérias que podem produzir histamina são pertencentes aos gêneros *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Photobacterium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella* e *Streptococcus* (ALLEN Jr, 2004).

### 2.3.5 Legislação

A intoxicação histamínica em pescado pode ocorrer quando a histamina atinge 500 mg/kg (RAWLES et al., 1996). Desta forma, alguns países têm estabelecido limites regulamentares para histamina em pescado. Para a União Européia (UE), um nível aceitável de 100 mg/kg foi estabelecido para histamina em atum e outros peixes pertencentes às famílias *Scombridae* e *Scomberesocidae* (CE, 1991). Porém, nos Estados Unidos, para assegurar a proteção à saúde do consumidor, o FDA revisou o guia de conformidade para decomposição e intoxicação histamínica em 1995 (FDA, 1995) e estabeleceu que o peixe pode ser considerado em decomposição quando o nível de histamina atinge 50 mg/kg para peixe fresco e 100 mg/kg para produto enlatado. No Mercosul, o limite de 100 mg/Kg foi adotado em músculo das espécies pertencentes às famílias *Scombridae*, *Scomberesocidae*, *Clupeidae*, *Coripineidae* e *Pomatocidae* (SOARES et al., 1998).

Para o controle dos teores de histamina em pescado, a União Européia estabeleceu que a análise deve ser realizada por técnicas de cromatografia líquida de alta eficiência, em nove amostras representativas do lote. A aprovação do lote ocorrerá apenas quando nenhuma das amostras ultrapassarem o limite máximo de 200 mg/kg ou quando até duas amostras atingirem teores entre 100 e 200 mg/kg de histamina. Se os valores excederem esta faixa, o lote será rejeitado, uma vez que poderá representar riscos à saúde do consumidor (OLIVEIRA, 2009).

## 2.4 AMINAS BIOATIVAS COMO CRITÉRIO DE QUALIDADE DE PEIXES

Na maioria dos alimentos ricos em proteínas e aminoácidos submetidos a condições favoráveis ao crescimento microbiano, pode-se ter a formação de aminas biogênicas. A qualidade e os tipos de aminas formadas irão depender do alimento e da microbiota presente. Aminas biogênicas podem ser formadas em diferentes tipos de alimentos, como peixes, carnes, queijos, bebidas e produtos fermentados (SILLASANTOS, 1996).

A presença de aminas em alimentos pode ser inerente ao produto ou ser formada devido às condições higiênico-sanitárias inadequadas. Assim sendo, podem ser utilizadas como parâmetro ou critério de qualidade, refletindo a má qualidade das matérias-primas utilizadas e/ou das condições higiênicas prevalentes durante a fabricação/manipulação de certos produtos. Podem também ser utilizadas como um indicador do alimento deteriorado, uma vez que a deterioração microbiana pode ser acompanhada pelo aumento da produção de descarboxilases. Uma vantagem da utilização de aminas como critério de qualidade é o fato destas serem termorresistentes, permanecendo no alimento mesmo após tratamento térmico (TAYLOR, 1986; DONHAUSER et al., 1993; HALÁSZ et al., 1994; VECIANA-NOGUÉS et al., 1997; LIMA & GLÓRIA, 1999; GLÓRIA, 2005).

Os músculos de peixes frescos contêm, naturalmente, espermidina, espermina e histamina (ARNOLD & BROWN, 1978; GLÓRIA et al., 1999). Estudos têm indicado que os teores de espermina e espermidina decrescem e os de putrescina, cadaverina, histamina, tiramina e triptamina aumentam durante o armazenamento e deterioração do atum, truta arco-íris, sardinha, salmão, dentre outros. Baixos níveis de putrescina, cadaverina e histamina e altos níveis de espermidina e espermina foram encontrados em amostras de atum de boa qualidade. Nas amostras de qualidade intermediária foi observado um aumento significativo nos níveis de putrescina, cadaverina e histamina e um decréscimo nos teores de espermidina e espermina. No peixe em decomposição, os teores de putrescina, cadaverina e principalmente histamina continuaram a subir significativamente, enquanto os níveis de espermidina e espermina decresceram (MIETZ & KARMAS, 1978; GLÓRIA et al., 1999). Baseado nas alterações no perfil e teores de aminas durante o armazenamento do peixe, um índice químico baseado nos teores de aminas foi proposto por MIETZ & KARMAS (1978) para avaliar a qualidade de atum. Este índice é calculado pela soma de putrescina, cadaverina e histamina,

dividido por espermidina e espermina adicionado de 1. Para valores de 0 a 1, o atum é considerado de boa qualidade; valores de 1 a 10, de qualidade intermediária; e para valores acima de 10, o atum é considerado em avançado estágio de decomposição.

Tendo em vista a existência de dados recentes de intoxicação histamínica em diversos países e levando em consideração a valorização do pescado exportado pelo Brasil, se faz necessária a existência de dados sobre a qualidade de atuns e afins tipo exportação no país. Este controle é importante pois, dessa forma, o Brasil poderá fornecer um pescado de boa qualidade com relação à presença de histamina.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 MATERIAL

#### 3.1.1 Amostras

Amostras de peixes tipo exportação da família *Scombridae* foram enviadas no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2009 sob a forma de filés congelados, pelas empresas pesqueiras brasileiras diretamente ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos (LBqA) da Faculdade de Farmácia da UFMG.

As amostras estavam devidamente lacradas pelo fiscal agropecuário do estado de localização da empresa pesqueira. Aquelas enviadas a partir do mês de maio de 2008 foram acompanhadas dos respectivos mapas de bordo. Estes foram feitos em formulários de modelo padronizado fornecidos pela então Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca com informações sobre a pesca e que deveriam ser preenchidos pelos fiscais agropecuários nas embarcações e empresas pesqueiras, referentes à pesca com vara e isca-viva (ANEXO A) e à pesca com espinhel (ANEXO B). Os dados presentes nestes mapas de bordo indicam os locais de captura, quantidade de lances, data, hora, temperatura da superfície da água, profundidade, latitude e longitude iniciais, tipos de isca, número de anzóis, números de pescados capturados vivos e mortos, peso, espécie-alvo e espécies capturadas.

Cada lote amostral continha nove amostras, conforme determinado pela CE (CE, 1991). No laboratório, foram medidas e anotadas as temperaturas das amostras imediatamente após o recebimento (**Fig. 4**). Após este procedimento, as amostras foram identificadas, cortadas em pedaços, homogeneizadas e trituradas para a análise dos teores de histamina.

Além destas, amostras de peixes associados a surtos de intoxicação foram enviadas pela Secretaria Municipal de Saúde e Vigilância Sanitária de Natal, RN. Estas amostras foram processadas da mesma forma que as anteriores.

#### 3.1.2 Reagentes e solventes

Foram utilizados reagentes de grau analítico, com exceção dos solventes utilizados na CLAE (acetonitrila e metanol), que eram de grau cromatográfico. Os



solventes orgânicos foram filtrados em membrana HVLP, com 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de tamanho do poro (Millipore Corp., Milford, MA, EUA). Para o preparo das soluções foi utilizada água ultrapura obtida do Sistema Milli-Q Plus (Millipore Corp., Milford, MA, EUA).



**Figura 4.** Avaliação da temperatura de amostra de atum no momento da recepção (SILVA, 2008).

Os padrões da histamina (HIM, dicloridrato), foram adquiridos da Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, EUA). O reagente de derivação *orto*-ftalaldeído (OPA) também foi adquirido da Sigma.

### 3.1.3 Soluções

Todas as soluções foram acondicionadas em tubos hermeticamente fechados, identificadas e armazenadas sob refrigeração para a realização das análises, exceto a solução tampão de acetato de sódio:octanossulfonato de sódio, que foi mantida entre 21 e 23 °C.

#### 3.1.3.1 Solução padrão de histamina

Para o preparo da solução padrão de histamina, considerou-se a massa da base livre (sem a utilização da massa de cloreto) para resultar em uma concentração de 1 mg/mL em 10 mL de ácido clorídrico 0,1 mol/L.

### **3.1.3.2 Solução tampão acetato de sódio:octanossulfonato de sódio**

Com uma das fases móveis, empregou-se a solução tampão de acetato de sódio 0,2 mol/L e octanossulfonato de sódio 15 mmol/L, com ajuste de pH para 4,9 em potenciômetro (Digimed, SP, Brasil) utilizando ácido acético glacial. Esta solução foi filtrada em membrana HAWP em éster de celulose, com 47 mm de diâmetro e 0,45 µm de tamanho do poro (Millipore, Corp., Milford, MA, EUA) e desgaseificada em aparelho ultra-som (UltraSonic Cleaner, Unique, SP, Brasil).

### **3.1.3.3 Solução derivante**

A solução derivante foi preparada dissolvendo-se 25 g de ácido bórico e 22 g de hidróxido de potássio em 500 mL de água ultrapura, cujo pH foi ajustado para 10,5 com hidróxido de potássio. A esta solução foram adicionados 0,2 g de OPA dissolvido em 3 mL de metanol previamente filtrado, 1,5 mL de Brij 35 e 1,5 mL de mercaptoetanol. A solução derivante foi preparada imediatamente antes do uso, desgaseificada em aparelho ultra-som (UltraSonic Cleaner, Unique, SP, Brasil) e mantida sob abrigo da luz.

### **3.1.4 Vidraria**

Parte da vidraria utilizada era de polipropileno. Estas foram submetidas à calibração por empresas devidamente autorizadas.

## **3.2 MÉTODOS**

### **3.2.1 Caracterização das práticas de captura em amostras de atuns e afins da costa do Brasil**

A descrição das práticas de captura do pescado foram obtidas dos mapas de bordo em modelo padronizado fornecidos pela então Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca às embarcações e empresas pesqueiras as quais faziam o seu preenchimento. Estes continham informações, tais como nome da empresa, espécie-alvo, região geográfica da empresa, quantidade de lances, localização (latitude e

longitude) dos lances, profundidade, temperatura de superfície da água em cada lance, espécies capturadas, quantidade (kg) das espécies capturadas e tipo de isca.

Os dados obtidos foram organizados em planilhas para realização da análise descritiva das práticas realizadas na captura e tratamento pós-captura.

### **3.2.2 Caracterização dos tratamentos pós-captura em amostras de atuns e afins da costa do Brasil**

As informações sobre os tratamentos pós-captura do pescado foram obtidas dos diários de bordo os quais eram redigidos pelo “observador de bordo” que acompanhava todo o procedimento na embarcação.

Tais documentos continham informações como tipo de aparelho de pesca, atratores luminosos, tipo de isca, período de lançamento e recolhimento dos anzóis, profundidade da pesca e utilização de equipamentos de proteção individual pelos manipuladores do pescado a bordo.

Após a captura e recolhimento dos anzóis os peixes foram sangrados, eviscerados e tiveram suas nadadeiras retiradas. Após este procedimento os peixes foram armazenados em câmaras frigoríficas à temperatura de aproximadamente -20 °C. Foi medida a temperatura da superfície da água no momento do lançamento e recolhimento dos anzóis.

### **3.2.3 Determinação dos teores de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa do Brasil**

Os teores de histamina nas amostras de pescado foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) de acordo com o método descrito por SILVA (2008).

### **3.2.4 Avaliação da influência das práticas de captura e tratamento pós-captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa do Brasil**

Após a caracterização das práticas de captura e tratamento pós-captura do pescado foi verificada a influência destes parâmetros na ocorrência e teores de histamina nestas amostras.

### **3.2.5 Acompanhamento de surtos de intoxicação por histamina ocorridos no Brasil de 2007 a 2009**

Amostras de atuns foram enviadas no período de 2007 a 2009 pela Vigilância Sanitária de Natal, RN diretamente ao LBqA da Faculdade de Farmácia da UFMG para análise da presença e teores de histamina. Estas amostras foram enviadas congeladas em sacos hermeticamente fechados. Tais amostras eram provenientes de diferentes estabelecimentos comerciais da cidade de Natal e suspeitas de causarem surtos de intoxicação por histamina.

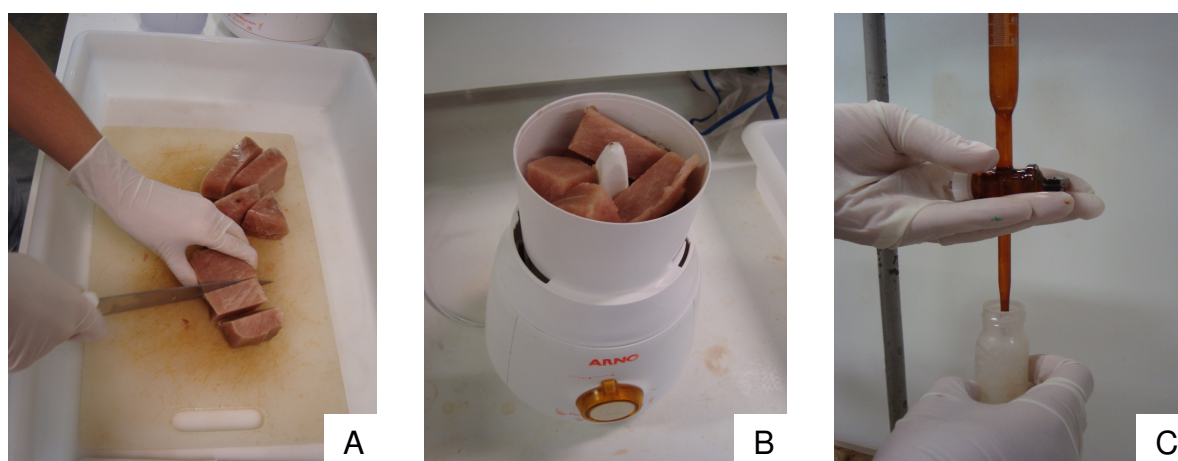
Junto das amostras foram enviados relatórios com informações tais como: quantidade de pessoas acometidas, sintomas apresentados, alimento ingerido e período de incubação. Estes relatórios foram preenchidos pela Vigilância Sanitária de Natal.

## **3.3 MÉTODOS DE ANÁLISE**

### **3.3.1 Determinação dos teores de histamina por cromatografia líquida de alta eficiência em amostras de atuns e afins capturados na costa do Brasil**

#### **3.3.1.1 Extração de histamina**

Inicialmente, procedeu-se ao preparo da amostra, com o objetivo de reduzir o tamanho, proporcionando maior superfície de contato da matriz com o agente extrator, e obter uma amostragem representativa. Após quarteamento e trituração (**Fig. 5**), 5 g desta amostra foram pesados. Em seguida, foram adicionados 7 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 5% e a mistura foi homogeneizada em agitador tipo vórtex (Biomatic, Brasil). O extrato foi separado em centrífuga refrigerada modelo MR23i (Jouan SA, Saint Herblain, França) e o sobrenadante filtrado em papel qualitativo. A partir da etapa de adição de ácido, este procedimento foi repetido por mais duas (02) vezes e os filtrados combinados. As etapas de quarteamento (A), trituração (B) e adição de TCA (C) envolvidas na extração de histamina em pescado estão apresentadas na **Fig. 5**.



**Figura 5.** Etapas de quarteamento (A), trituração (B) e adição de TCA (C) envolvidas na extração de histamina em pescado (SILVA, 2008).

### 3.3.1.2 Determinação dos teores de histamina

Após a etapa de extração, a amostra foi filtrada em membrana HAWP em éster de celulose, de 13 mm de diâmetro e 0,45  $\mu\text{m}$  de tamanho do poro (Millipore, Corp., Milford, MA, EUA), para posterior injeção e análise em CLAE por pareamento de íons em coluna de fase reversa, com quantificação por fluorimetria após derivação pós-coluna com OPA (VALE & GLÓRIA, 1997; SILVA, 2008).

O cromatógrafo utilizado (Shimadzu, Kioto, Japão) era composto por 3 bombas com conjunto de lavagem automática do pistão, sendo duas modelo LC-10 AD e 1 LC-10 ADvp acoplada a uma câmara de mistura, injetor automático modelo SIL-10 ADvp, detector espectrofluorimétrico modelo RF-10AXL, com comprimento de onda de 340 e 450 nm de excitação e emissão, respectivamente, unidade de controle CBM-20 A conectada a um microcomputador, coluna Nova-pak C18<sup>®</sup> de fase reversa (3,9 x 300 mm, 4  $\mu\text{m}$ ) e pré-coluna Nova-pak C18<sup>®</sup> (Waters, Milford, MA, EUA).

Para a separação das aminas, foram empregadas como fases móveis solução tampão de acetato de sódio:octanossulfonato de sódio (fase A) e acetonitrila (fase B). Foi utilizado um gradiente de eluição para este sistema binário (**Tab. 2**).

**Tabela 2.** Gradiente de eluição para as fases móveis solução tampão acetato de sódio-octanossulfonato de sódio e acetonitrila utilizado na determinação de histamina

Tempo (min.)	Fase A	Fase B
0	85,5	14,5
0,5	98	2
4	98	2
5	78	22
6	98	2
11	98	2
13	60	40
15	60	40
20	85,5	14,5
30	85,5	14,5

Fonte: Silva, 2008.

A identificação da histamina foi feita por comparação entre o tempo de retenção do pico encontrado na amostra com o da histamina da solução padrão em ácido clorídrico 0,1 mol/L. Soluções padrão foram analisadas intercaladas às amostras. Em caso de dúvidas quanto ao pico correspondente à histamina, a confirmação era feita por adição de quantidade conhecida de solução padrão de histamina à amostra. A quantificação da histamina foi realizada por interpolação em curva analítica externa e o valor encontrado na amostra multiplicado pelo fator de correção correspondente à esta amina.

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, ou seja, sumarizados em gráficos e tabelas, seguida pelo teste de associação utilizando o Qui-quadrado ( $X^2$ ) a 5% de significância. O teste de Fisher foi usado em substituição ao  $X^2$  devido a limitações no próprio teste (KURUMOTO, 2009).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRÁTICAS DE CAPTURA DE ATUNS E AFINS NA COSTA BRASILEIRA

A partir das informações presentes nos mapas e diários de bordo pôde-se observar que as principais modalidades de pesca de atuns e afins utilizadas no Brasil no período do estudo foram espinhel pelágico e vara e isca-viva.

Dos 36 mapas de bordo modelo padrão disponibilizados, 26 eram provenientes de embarcações que realizavam a pesca por meio de vara e isca-viva e dez eram provenientes de embarcações que realizavam a pesca por meio de espinhel pelágico. Deve-se ressaltar que nem todos os mapas de bordo foram preenchidos por completo.

Os parâmetros presentes nos mapas de bordo de pesca com vara e isca-viva e de pesca com espinhel podem ser observados na **Tab. 3**. De acordo com estas informações a duração mínima e máxima da viagem das embarcações com vara e isca-viva foi inferior à duração mínima e máxima das embarcações com espinhel. Este fato sugere que as embarcações utilizadas para esta modalidade de pesca com espinhel eram maiores e tinham maior autonomia de viagem, portanto, permaneciam por mais tempo no mar.

**Tabela 3.** Comparação entre os parâmetros presentes nos mapas de bordo de embarcações na modalidade de vara e isca-viva e espinhel pelágico no período de 2007 a 2009

Parâmetros	Vara e isca-viva		Espinhel pelágico	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Duração da pesca (dias)	2	35	6	107
Temperatura de superfície (°C)	22,8	27,6	18,3	30,8
Profundidade das iscas(m)	100	2.000	800	5.500
Quantidade total de pescados (kg)	3.320	195.000	3.669	123.823
N° de anzóis	-	-	880	2.200
Latitude (S/N)	22° 40' S	32° 44' S	04° 47' N	22° 20'S
Longitude (O)	40° 15'	50° 22'	20° 11'	48° 30'

S = Sul; N = Norte; O = Oeste.

Na pesca com vara e isca-viva a temperatura mínima (22,8° C) de superfície foi superior à encontrada na pesca com espinhel (18,3° C) e a temperatura máxima (30,8° C) na pesca com espinhel foi superior à pesca com vara e isca-viva (27,6° C). A variabilidade na temperatura de superfície da água pode ter ocorrido devido ao deslocamento das embarcações que percorreram por diversas áreas com diferentes temperaturas. Como era esperado, a profundidade das iscas foi maior na pesca com espinhel comparado à pesca com vara e isca-viva. A profundidade máxima atingida na pesca com vara e isca-viva foi 2.000 metros enquanto a máxima com a utilização do espinhel foi de 5.500 metros. A quantidade total de pescados capturados pela modalidade de pesca com vara e isca-viva (195.000 kg) foi maior que a pesca com espinhel (123.823 kg), devido ao fato de que a pesca com vara e isca-viva foi realizada 26 vezes enquanto que a pesca com espinhel apenas 10 vezes. O número de anzóis só foi relatado nos mapas de bordo de espinhel e apresentou quantidade mínima de 880 e máxima de 2.200 anzóis. Por meio da latitude e longitude pôde-se verificar a área de pesca das duas modalidades analisadas neste estudo. A área explorada para a pesca com espinhel foi maior que aquela para a pesca com vara e isca-viva. Enquanto a variação foi cerca de 10° de latitude e 10° de longitude na pesca com vara e isca-viva, esta variação foi superior a 26° de latitude e 18° de longitude na pesca com espinhel. Este fato também sugere que as embarcações utilizadas na modalidade de espinhel eram maiores e tinham maior capacidade de percorrer longas distâncias que as embarcações para pesca com vara e isca-viva.

Em cada lance realizado foram capturadas várias espécies de pescado, porém, como era esperado, as espécies-alvo foram capturadas em maior quantidade. Essas espécies nas embarcações cuja modalidade de pesca era a vara e isca-viva foram a albacora lage (*Thunnus albacares*) e o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*). E nas embarcações que utilizavam espinhel foi o espadarte (*Xiphias gladius*). Na **Tab. 4** pode-se observar a quantidade de espécies-alvo e de outras espécies capturadas em cada modalidade de pesca.



**Tabela 4.** Quantidade de pescado capturado (espécies-alvo ou outras espécies) na costa brasileira por modalidade de pesca no período de 2007 a 2009

Pescado capturado	Modalidades de pesca			
	Vara e isca-viva	(%)	Espinhel pelágico	(%)
Espécies-alvo (kg)	1.602.114	99,24	324.084	57,71
Outras espécies (kg)	12.318	0,76	237.529	42,29
Total (kg)	1.614.432	100	561.613	100

## 4.2 PRÁTICAS PÓS-CAPTURA DE ATUNS E AFINS NA COSTA BRASILEIRA

Para análise das práticas pós-captura de atuns e afins foram disponibilizados quatro (04) diários de bordo em formato mais detalhado que os mapas de bordo. Estes documentos forneceram informações sobre a manipulação e processamento do pescado a bordo das embarcações. Cada diário de bordo era referente a uma embarcação e a um lote de amostras. Na **Tab. 5** foram descritas as características de cada embarcação.

**Tabela 5.** Descrição das características das embarcações utilizadas na pesca de atuns e afins na costa brasileira no período de 2007 a 2009

Especificação	Embarcação			
	A	B	C	D
Capacidade de carga (kg)	-	68.000	15.000	20.000
Autonomia de viagem (dias)	90	40	50	30
Comprimento total (m)	30,70	26,65	36,00	20,25
Material de construção	Aço	Aço	Aço	Aço
Ano de construção	1999	1992	1982	1997
Modalidade de pesca	Espinhel pelágico	Espinhel pelágico	Espinhel pelágico	Espinhel pelágico

De acordo com as informações coletadas nos diários de bordo os procedimentos de manipulação do pescado de maneira geral foram da seguinte forma: logo após o recolhimento dos anzóis as espécies foram sangradas, através de pequeno corte à

base das nadadeiras peitorais e corte transversal na região opercular, por onde foi introduzida uma mangueira com água corrente, a fim de eliminar a maior quantidade de sangue possível; em seguida foram beneficiadas com a retirada da nadadeira caudal, segunda nadadeira dorsal e extremidades da nadadeira caudal; a cabeça foi serrada transversalmente e feito um pequeno corte na parte ventral, onde as vísceras foram retiradas; seu interior foi todo raspado e escovado, em seguida foi feita uma lavagem geral nos indivíduos para eliminação do sangue e resquícios de vísceras; em seguida os peixes foram transferidos para as câmaras frigoríficas e conservados congelados a temperaturas inferiores a -20 °C .

Na **Tab. 6** pode-se observar os diferentes procedimentos de manipulação do pescado de acordo com as espécies capturadas.

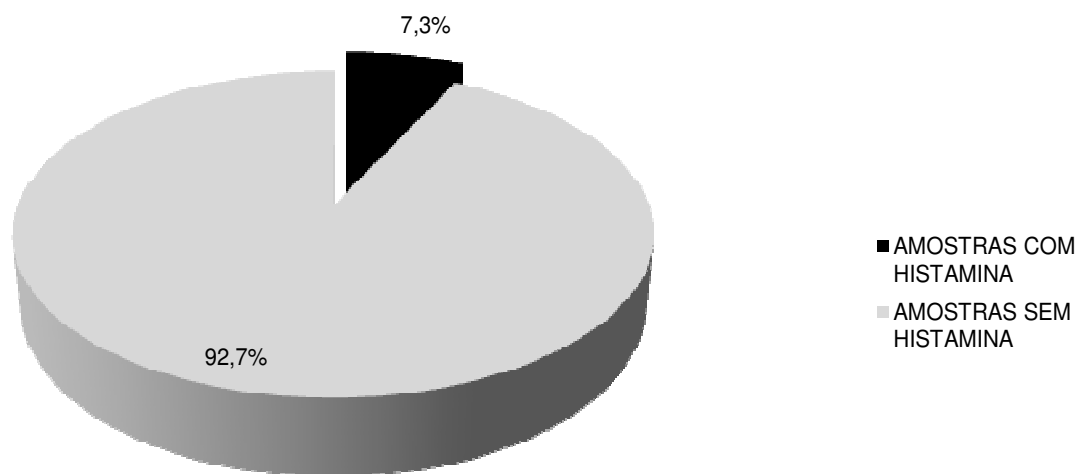
**Tabela 6.** Procedimentos de manipulação do pescado a bordo das embarcações de acordo com a espécie capturada

Espécies capturadas	Procedimentos de manipulação
Albacora lage, albacora bandolim, albacora branca, agulhões, espadarte, outras espécies	Sangria, descabeçamento e evisceração; limpeza com água corrente (salgada); resfriamento e congelamento
Dourado, cavala, peixe prego	Retirada de nadadeiras e pontas da nadadeira caudal; evisceração; limpeza com água corrente (salgada); resfriamento e congelamento
Tubarão azul	Sangria, descabeçamento e evisceração; retirada de toda a parte inferior e aproveitamento da parte dorsal junto das nadadeiras que são acondicionadas em sacos; limpeza com água corrente (salgada), resfriamento e congelamento

Durante o procedimento de manipulação do pescado os manipuladores utilizaram os equipamentos de proteção individual. De acordo com o diário de bordo o procedimento de manipulação do pescado foi realizado de forma higiênica.

### 4.3 OCORRÊNCIA E TEORES DE HISTAMINA EM ATUNS E AFINS CAPTURADOS NA COSTA BRASILEIRA

Do total de 864 amostras analisadas no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2009, a presença de histamina foi detectada em 63 amostras, ou seja, 7,3%. Em 801 amostras, ou seja, 92,7% a presença de histamina não foi detectada (**Fig. 6**).



**Figura 6.** Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007 a 2009.

Os teores de histamina nas amostras analisadas variaram de não detectado (valor menor que 0,56 mg/kg) a 878,22 mg/kg. A média do teor de histamina nestas amostras foi de 5,8 mg/kg e a mediana foi 0,0 mg/kg. Dentre os 96 lotes de amostras analisados, apenas dois apresentaram teores de histamina acima do permitido pela União Européia (CE, 1991). Estes resultados sugerem que a maioria dos atuns e afins capturados na costa brasileira, para exportação para a União Européia, durante o período em questão eram de boa qualidade. Estes resultados sugerem também que as práticas de captura e manuseio pós-captura foram adequadas, resultando em peixes de excelente qualidade com relação à ocorrência de histamina.

Estes resultados são similares aos obtidos no estudo realizado por OLIVEIRA (2009), no qual a presença de histamina foi encontrada em apenas 5% das amostras

de peixes da mesma família capturados no litoral do Rio Grande do Norte no período de dezembro de 2007 a dezembro de 2008. Neste estudo foram analisadas 180 amostras de atum fresco destinadas aos países da União Européia, representando 20 lotes.

No estudo realizado por SILVA et al. (2010) foram analisadas 414 amostras de atuns das espécies *Thunnus obesus* e *Thunnus albacares* tipo exportação provenientes da costa brasileira, no período de abril de 2007 a março de 2008. Neste estudo, os teores de histamina variaram de não detectado a 70,4 mg/kg, atendendo às recomendações da União Européia (CE, 1991).

Resultados similares foram encontrados por GLÓRIA et al. (1999) quando analisaram 102 amostras de albacora branca (*Thunnus alalunga*) capturadas no Oceano Pacífico, na região norte dos Estados Unidos, entre 1994 e 1996. Baixos teores de histamina também foram encontrados por VECIANA-NOGUÉS et al. (1995) em amostras de atum, cavala (família *Scombridae*) e sardinha (família *Clupeidae*), variando de 0,59 a 4,65 mg/kg.

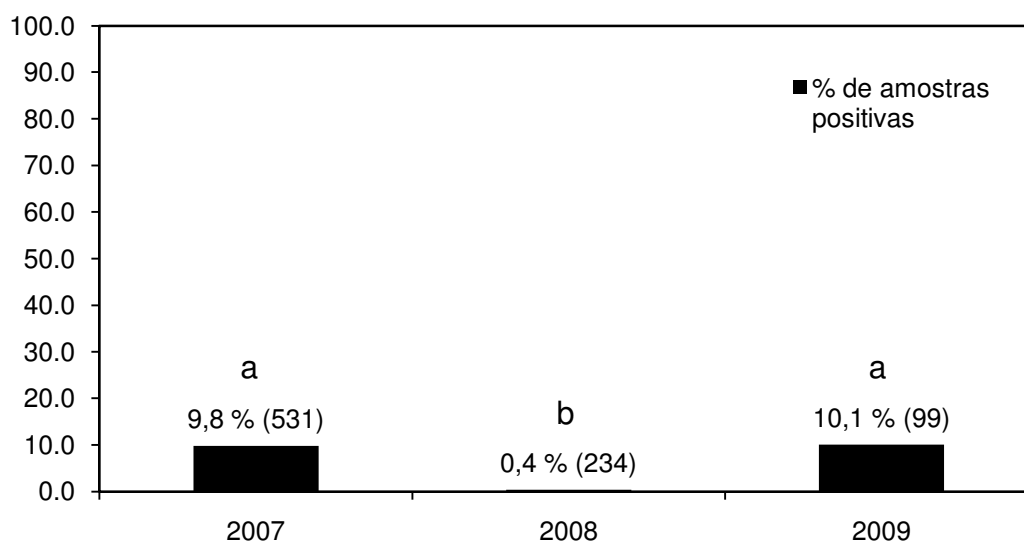
Já no estudo realizado por TSAI et al. (2005), das 33 amostras de cavala salgada (*Scomber australasicus*) adquiridas nas regiões nordeste e sudeste da Ilha Formosa no período de janeiro a março de 2003, duas (6,1%) apresentaram teores elevados - 70,1 e 120,2 mg/kg de histamina. Esses valores estão acima dos limites recomendados pelas legislações brasileira, européia e pelo MERCOSUL (100 mg/kg) e também ao limite estabelecido pelo FDA (50 mg/kg) como ponto crítico de controle do pescado quando de sua chegada no porto (CE, 1991; FDA, 1995; BRASIL, 1997; SOARES et al., 1998).

#### **4.3.1 Influência do ano de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins**

No ano de 2007 foram analisadas 531 amostras, em 2008 foram analisadas 234 amostras e no ano de 2009, 99 amostras. Esta variação no número de amostras analisadas não reflete apenas a captura de atuns e afins, mas pode ter sido afetada por diversos outros fatores, dentre eles a viabilidade econômica para exportação para a União Européia, a qual demanda esta análise. O que pode também ter contribuído para esta variação é o fato de que no ano de 2007 apenas o Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG estava apto a realizar estas análises por ser o único laboratório no Brasil credenciado pelo Ministério da Agricultura

Pecuária e Abastecimento (MAPA) até então. As amostras provenientes de todas as diferentes regiões do Brasil eram encaminhadas ao LBqA até este ano. Com o treinamento do pessoal do Laboratório Nacional Agropecuário do Pernambuco (LANAGRO-PE) na região nordeste e seu credenciamento, algumas empresas passaram a enviar as amostras para análise para este laboratório.

A ocorrência de histamina no ano de 2007 foi de 9,8% (52 em 531). No ano de 2008 a ocorrência foi de 0,4% (uma em 234) de amostras contendo níveis detectáveis de histamina, e, no ano de 2009, 10,1% (uma em 99) das amostras continham histamina (**Fig. 7**). O teste de  $X^2$  mostrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quando se comparou a ocorrência de histamina no ano de 2007 em relação ao ano de 2008 e entre 2008 e 2009. Porém, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quando se comparou a ocorrência de histamina entre 2007 e 2009. Esses dados são similares aos obtidos em estudo realizado por OLIVEIRA (2009) que, no ano de 2008 encontrou histamina em apenas 5% (nove em 180) das amostras de peixes da família *Scombridae* (*Thunnus obesus* e *Thunnus albacares*) analisadas.



**Figura 7.** Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007, 2008 e 2009. Os valores entre parêntesis representam o total de amostras analisadas no ano.

O ano de 2007 foi o que apresentou amostras com teores mais elevados de histamina (**Tab. 7**). Do total de amostras analisadas neste ano houve uma variação

nos teores de histamina de não detectado até 878,22 mg/kg, sendo a média de 9 mg/kg e a mediana de 0 mg/kg. Dentre estas amostras, apenas dois lotes apresentaram teores maiores que o permitido pela legislação brasileira, européia, MERCOSUL e o FDA (CE, 1991; FDA, 1995; BRASIL, 1997; SOARES et al., 1998).

No ano de 2008 os teores de histamina nas amostras variaram de não detectado a 5,97 mg/kg e no ano de 2009 os teores variaram de não detectado a 27,95 mg/kg. A média dos teores de histamina encontrados nas amostras no ano de 2008 foi de 0,02 mg/kg e no ano de 2009 foi de 0,40 mg/kg. A mediana para ambos os anos foi 0,0 mg/kg. Nas amostras analisadas por OLIVEIRA (2009) também no ano de 2008, foram encontrados teores que variaram de não detectado a 6,90 mg/kg que também estavam bem abaixo daqueles recomendados pela legislação brasileira, européia, MERCOSUL e o FDA (CE, 1991; FDA, 1995; BRASIL, 1997; SOARES et al., 1998). Portanto, todos os lotes analisados neste estudo estavam de acordo com estas legislações.

**Tabela 7.** Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira nos anos de 2007, 2008 e 2009

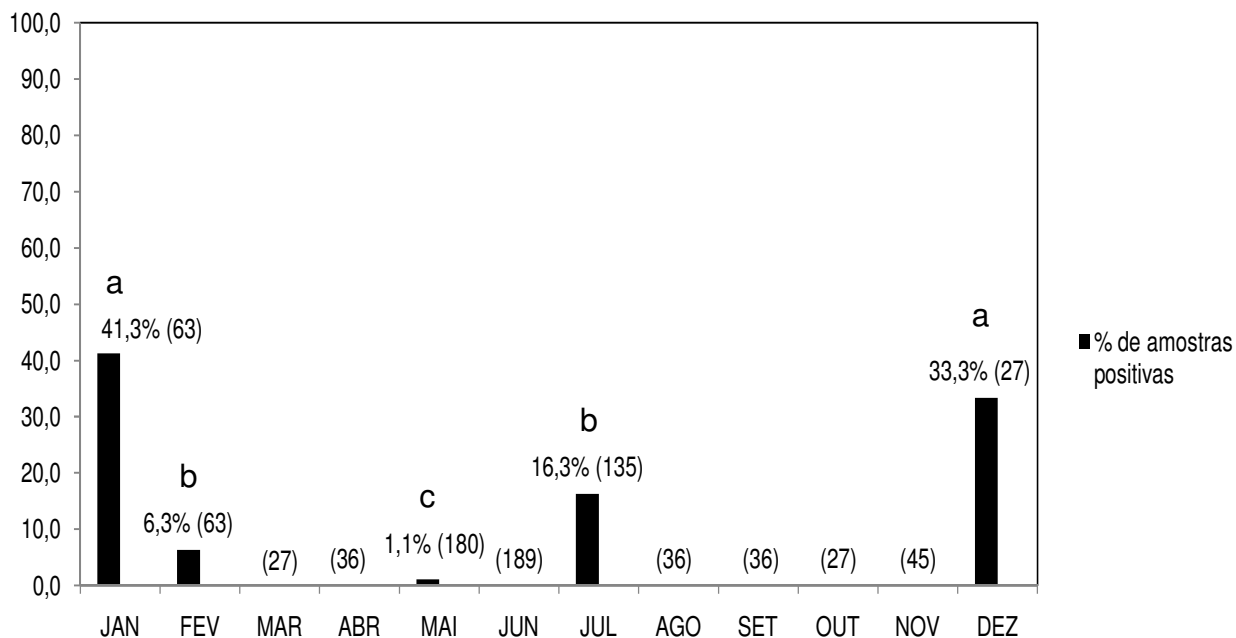
Ano	Amostras analisadas	Teores (mg/kg)		
		Faixa	Média	Mediana
2007	531	nd - 878,22	9,00	0,00
2008	234	nd - 5,97	0,02	0,00
2009	99	nd - 27,95	0,40	0,00
Total	864	nd - 878,22	5,80	0,00

nd = não detectado (valor < 0,56 mg/kg, para cálculo da média e mediana).

Nem todas as amostras de atuns e afins disponíveis no mercado mundial apresentam boa qualidade com relação aos teores de histamina. Isto é confirmado pela ocorrência recente de surtos de intoxicação histamínica. Em Israel ocorreram 21 surtos desta intoxicação entre 2005 e 2007 (LAVON et. al., 2008) e na Ilha Formosa também ocorreu um surto de intoxicação histamínica no ano de 2007 (CHEN et. al., 2009).

### 4.3.2 Influência do mês de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins

Na **Fig. 8** pode-se observar a distribuição das amostras analisadas em função do mês do ano, considerando-se todo o período de 2007 a 2009. Das amostras que apresentaram níveis detectáveis de histamina, 41,3% (26) foram analisadas em janeiro, 6,3% (4) foram analisadas em fevereiro, 1,1% (2) em maio, 16,3% (22) em julho e 33,3% (9) em dezembro. Nos demais meses não foi detectada histamina em nenhuma amostra. Já no trabalho realizado por OLIVEIRA (2009), a histamina foi detectada em amostras de atuns e afins analisadas no ano de 2008 apenas nos meses de março e abril. O teste de  $X^2$  mostrou que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) apenas quando se comparou a ocorrência de histamina entre os meses de janeiro e dezembro ( $p > 0,05$ ) e entre os meses de fevereiro e julho ( $p > 0,05$ ). Entre os demais meses do ano a diferença foi estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Portanto, neste estudo houve influência do mês de captura na ocorrência de histamina em atuns e afins da costa brasileira, sendo janeiro e dezembro os de maior ocorrência.



**Figura 8.** Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira por mês nos anos de 2007 a 2009. Os valores entre parêntesis representam o total de amostras analisadas por mês.

A maior ocorrência de histamina nestes meses pode estar associada ao aumento da temperatura ambiente nesta época do ano. Com o aumento da temperatura há uma maior susceptibilidade ao crescimento microbiano e, conseqüentemente, à formação de histamina.

Na **Tab. 8** pode-se observar que os meses de janeiro e julho foram os que apresentaram amostras com teores mais elevados de histamina. Os teores de histamina encontrados nos peixes analisados no mês de janeiro variaram de não detectado a 623,18 mg/kg, em fevereiro a variação foi de não detectado a 3,20 mg/kg, em maio de não detectado a 5,97 mg/kg, em julho de não detectado a 878,22 mg/kg, e em dezembro a variação foi de não detectado a 2,10 mg/kg. No mês de janeiro a média foi de 17,22 mg/kg, em fevereiro a média foi de 0,12 mg/kg, em maio 0,04 mg/kg, em julho 28,65 mg/kg, e em dezembro a média encontrada foi de 0,45 mg/kg. A mediana encontrada em todos estes meses foi 0,00 mg/kg. As amostras que extrapolaram os limites estabelecidos pela legislação brasileira, européia, MERCOSUL e o FDA (CE, 1991; FDA, 1995; BRASIL, 1997; SOARES et al., 1998) foram analisadas nos meses de janeiro e julho.

**Tabela 8.** Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira por mês nos anos de 2007 a 2009

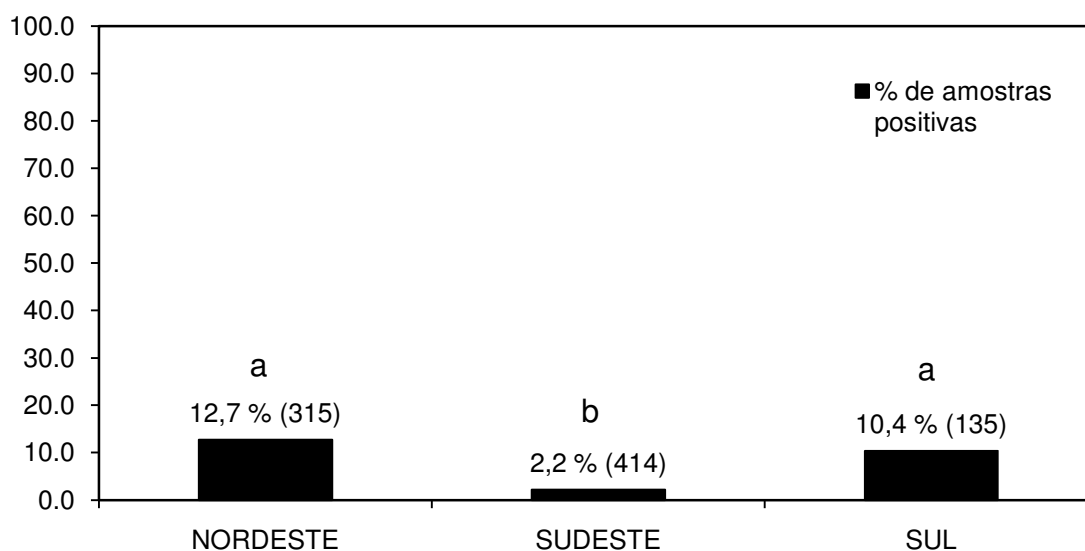
Meses	Amostras Analisadas	Teores (mg/kg)		
		Faixa	Média	Mediana
Janeiro	63	nd - 623,18	17,22	0,00
Fevereiro	63	nd - 3,20	0,12	0,00
Março	27	-	-	-
Abril	36	-	-	-
Maiο	180	nd - 5,97	0,04	0,00
Junho	189	-	-	-
Julho	135	nd - 878,22	28,65	0,00
Agosto	36	-	-	-
Setembro	36	-	-	-
Outubro	27	-	-	-
Novembro	45	-	-	-
Dezembro	27	nd - 2,10	0,45	0,00
Total	864	nd - 878,22	5,80	0,00

nd = não detectado (valor < 0,56 mg/kg, para cálculo da média e mediana).



### 4.3.3 Influência da região de captura na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins

Dentre as amostras analisadas no período em questão, 315 eram provenientes de empresas localizadas na região nordeste, 414 eram da região sudeste e 135 da região sul do Brasil. Dentre as amostras que apresentaram teores detectáveis de histamina, 12,7% (40) eram provenientes das empresas da região nordeste, 2,2% (nove) eram provenientes da região sudeste, e 10,4% (cinco) eram da região sul (**Fig. 9**). O teste de  $X^2$  mostrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quanto à ocorrência de histamina entre a região nordeste e a sudeste e entre a região sudeste e a sul, porém não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quando se comparou a ocorrência de histamina em peixes da região nordeste com a sul. Desta forma, os pescados provenientes da região sudeste do Brasil apresentaram melhor qualidade que os provenientes da região nordeste e região sul em relação à ocorrência de histamina. Portanto, neste estudo houve influência da região de captura na ocorrência de histamina em atuns e afins da costa brasileira, sendo as regiões nordeste e sul as de maior ocorrência.



**Figura 9.** Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira nas regiões nordeste, sudeste e sul nos anos de 2007 a 2009. Os valores entre parêntesis representam o total de amostras analisadas por região.

Na **Tab. 9** pode-se observar que a região nordeste foi a que apresentou amostras com teores de histamina mais elevados comparado as outras regiões. O teor de histamina nas amostras da região nordeste variou de não detectado a 878,22 mg/kg, na região sudeste variou de não detectado a 70,36 mg/kg e na região sul de não detectado a 11,20 mg/kg. Na região nordeste, a média do teor de histamina encontrada foi de 15,37 mg/kg. Já na região sudeste a média foi de 0,30 mg/kg e na região sul de 0,33 mg/kg. Em todas as regiões, a mediana foi 0,0 mg/kg. Os dois lotes que excederam o limite permitido pela legislação europeia, brasileira, MERCOSUL e o FDA (CE, 1991; FDA, 1995; BRASIL, 1997; SOARES et al., 1998) eram provenientes da região nordeste. Os maiores teores encontrados nas regiões nordeste e sudeste podem ser devido às maiores temperaturas de superfície da água e do ambiente encontradas nestas regiões. Dessa forma, o pescado estará mais susceptível ao crescimento microbiano e, portanto, ao aumento de histamina.

**Tabela 9.** Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira nas regiões nordeste, sudeste e sul nos anos de 2007 a 2009

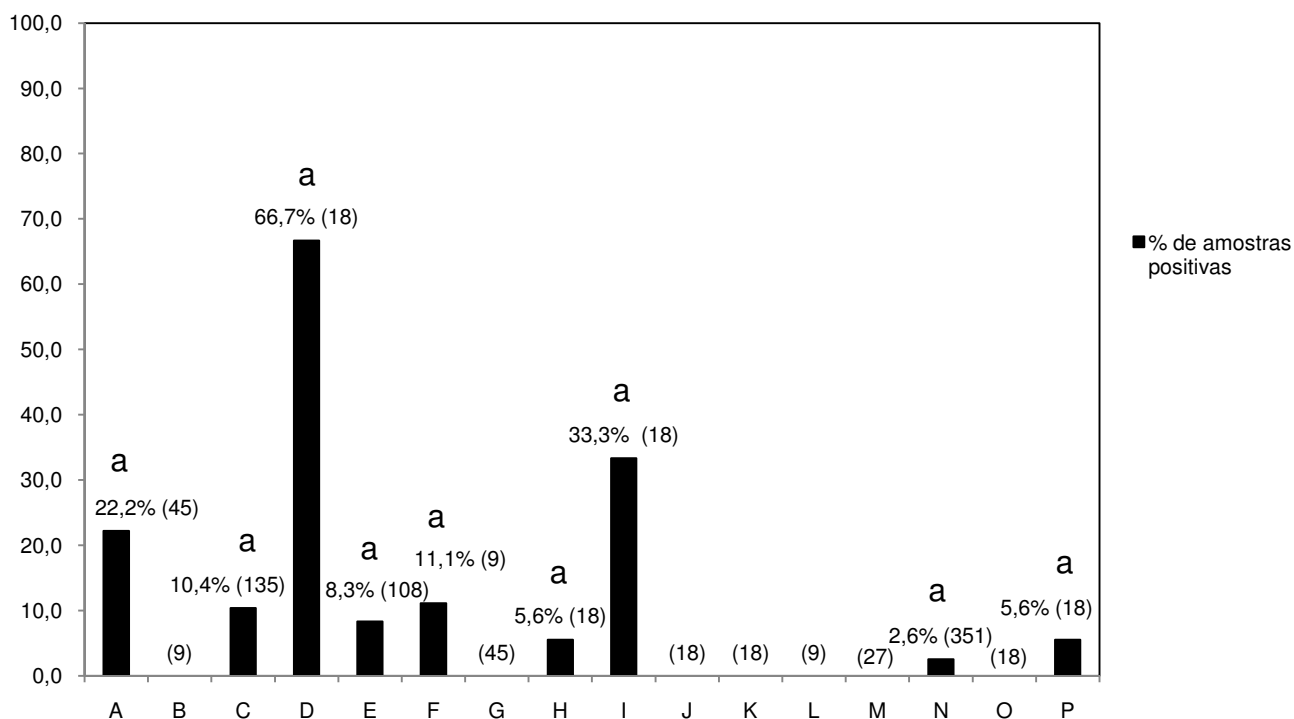
Região	Amostras analisadas	Teores (mg/kg)		
		Faixa	Média	Mediana
Nordeste	315	nd - 878,22	15,37	0,00
Sudeste	414	nd - 70,36	0,30	0,00
Sul	135	nd - 11,20	0,33	0,00
Total	864	nd - 878,22	5,80	0,00

nd = não detectado (valor < 0,56 mg/kg, para cálculo da média e mediana).

#### 4.3.4 Influência da empresa pesqueira na ocorrência e teores de histamina em atuns e afins

Os resultados de histamina foram também agrupados de acordo com os números de registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF) de cada empresa pesqueira, os quais estão representados por letras. Das amostras analisadas no período em questão, 45 eram da empresa A, 9 eram da empresa B, 135 da empresa C, 18 da empresa D, 108 da empresa E, 9 da empresa F, 45 da empresa G, 18 das empresas H, I, J, K, O e P, 9 da empresa L, e 27 da empresa M, 351 da empresa N.

Das 18 empresas que forneceram atuns e afins para a União Européia no período em questão apenas duas (11,11%) apresentaram amostras que extrapolaram os limites permitidos por esta entidade para os teores de histamina. Estas amostras pertenciam às empresas D e E. Este fato sugere que os procedimentos de captura e tratamento pós-captura aplicados por estas empresas foram eficientes para a manutenção da boa qualidade do pescado. Na **Fig. 10** pode-se observar a ocorrência de histamina por SIF. De acordo com o teste de Fisher não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) na ocorrência de histamina em atuns e afins entre as empresas estudadas.



**Figura 10.** Ocorrência de histamina em amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira por SIF nos anos de 2007 a 2009. Os valores entre parêntesis representam a quantidade de amostras analisadas por SIF.

Os teores variaram de não detectado a 623,18 mg/kg e de não detectado a 878,22 mg/kg, respectivamente. Não foi detectada histamina em nenhuma amostra proveniente das empresas B, G, J, K, L, M e O. Nas amostras provenientes da empresa A, os teores de histamina variaram de não detectado a 9,95 mg/kg e a média foi de 0,57 mg/kg. Na empresa C os teores variaram de não detectado a 11,20 mg/kg e

a média foi de 0,33 mg/kg. Os teores de histamina variaram de não detectado a 5,97 mg/kg e a média foi de 0,66 mg/kg na empresa F. A empresa H apresentou teores de histamina que variaram de não detectado a 27,95 mg/kg e a média foi de 1,55 mg/kg. Na empresa I os teores de histamina variaram de não detectado a 110,70 mg/kg e a média foi de 12,62 mg/kg. Na empresa N os teores de histamina variaram de não detectado a 70,36 mg/kg e a média foi de 0,35 mg/kg. A empresa P apresentou teores de histamina que variaram de não detectado a 0,61 mg/kg e a média foi de 0,03 mg/kg. A mediana encontrada em todas as empresas foi 0,00 mg/kg.

O fato das empresas D e E apresentarem teores elevados de histamina pode estar associado ao controle ineficiente das práticas de captura e tratamento pós-captura dos pescados capturados por estas empresas. Além disso, elas estavam localizadas na região nordeste, onde as temperaturas da superfície da água e do ambiente eram maiores. Portanto, pode ter ocorrido crescimento microbiano e, conseqüentemente, aumento no teor de histamina nas amostras destas empresas.

**Tabela 10.** Número de amostras analisadas e teores de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira por SIF nos anos de 2007 a 2009

Empresa	Amostras Analisadas	Teores (mg/kg)		
		Faixa	Média	Mediana
A	45	nd - 9,95	0,57	0,00
B	9	-	-	-
C	135	nd - 11,20	0,33	0,00
D	18	nd - 623,18	46,63	0,00
E	108	nd - 878,22	34,39	0,00
F	9	nd - 5,97	0,66	0,00
G	45	-	-	-
H	18	nd - 27,95	1,55	0,00
I	18	nd - 110,7	12,62	0,00
J	18	-	-	-
K	18	-	-	-
L	9	-	-	-
M	27	-	-	-
N	351	nd - 70,36	0,35	0,00
O	18	-	-	-
P	18	nd - 0,61	0,03	0,00
Total	864	nd - 878,22	5,80	0,00

nd = não detectado (valor < 0,56 mg/kg, para cálculo da média e mediana).

## 4.4 INFLUÊNCIA DAS PRÁTICAS DE CAPTURA E TRATAMENTO PÓS-CAPTURA NA OCORRÊNCIA E TEORES DE HISTAMINA EM ATUNS E AFINS CAPTURADOS NA COSTA BRASILEIRA

### 4.4.1 Práticas de captura

De acordo com a **Tab. 11** foram analisados 36 lotes de amostras acompanhadas dos mapas de bordo totalizando 324 amostras, entre maio de 2008 e dezembro de 2009. Dos 36 lotes analisados três, ou seja, 8,3 % apresentaram histamina e nos outros 33, ou seja, 91,7% a histamina não foi detectada. Das 324 amostras acompanhadas dos mapas de bordo, 11, (3,4 %) apresentaram histamina e 313 (96,6 %) não apresentaram histamina. Estes dados reforçam a qualidade do pescado capturado na costa brasileira.

**Tabela 11.** Amostras analisadas e ocorrência de histamina em atuns e afins capturados na costa brasileira acompanhadas do mapa de bordo

Histamina	Lotes	% de lotes	Amostras	% de amostras
Presença	3	8,3	11	3,4
Ausência	33	91,7	313	96,6
Total	36	100	324	100

Dentre as amostras acompanhadas dos mapas de bordo que apresentaram histamina, os teores variaram de 1,16 mg/kg a 27,95 mg/kg, atendendo às recomendações da União Européia.

Na **Tab. 12** pode-se observar que as amostras que não apresentaram histamina tiveram os espinhéis lançados a uma profundidade média de 2.748,44 m, enquanto as amostras que apresentaram histamina tiveram os espinhéis lançados a uma profundidade média de 4.649,63 m. Este fato pode ter ocorrido devido ao maior estresse sofrido por estes pescados em função da grande profundidade em que eram capturados. Portanto, o período de *rigor mortis* pode ter sido reduzido facilitando a ação deterioradora das bactérias e, conseqüentemente, a formação de histamina. A temperatura média da superfície da água no momento de lançamento dos espinhéis

para as amostras sem histamina foi de 26,92 °C e para as amostras com histamina foi de 27,03 °C. A média da quantidade de pescados capturados para as amostras sem histamina foi de 1.590,12 kg e para as amostras com histamina a média foi de 794,98 kg.

**Tabela 12.** Parâmetros avaliados nos mapas de bordo de amostras de atuns e afins capturados na costa brasileira que apresentaram e que não apresentaram histamina

Parâmetros avaliados	Amostras		
	Faixa	Média	Mediana
<b>Amostra sem histamina</b>			
Profundidade (m)	100 – 4.606	2.748,44	3.000,00
Temp. de superfície da água (°C)	18,3 - 30,8	26,92	27,60
Pescados capturados (kg)	-	1.590,12	183,00
<b>Amostra com histamina</b>			
Profundidade (m)	140 – 5.500	4.649,63	4.900,00
Temp. de superfície da água (°C)	21,9 - 30,8	27,03	26,80
Pescados capturados (kg)	-	794,98	180,00

Outro documento utilizado nos barcos de pesca e que também foi utilizado na análise das práticas de captura e tratamento pós-captura é o diário de bordo, o qual foi preenchido por um observador de bordo. A presença deste documento junto às amostras para análise para a União Européia não era obrigatória. Porém, algumas empresas o forneceram para fins de pesquisa. De acordo com informações coletadas nestes documentos, as práticas de captura e tratamento pós-captura de atuns e afins foram semelhantes nas embarcações avaliadas.

#### 4.4.2 Tratamento pós-captura

De acordo com os diários de bordo, os peixes capturados foram sangrados, eviscerados e tiveram suas nadadeiras retiradas. Após este procedimento os peixes foram armazenados em câmaras frigoríficas à temperatura de ~-20 °C.

Não foi relatado nos diários de bordo o tempo entre a captura e o processamento primário. Portanto, não se tem a informação de quanto tempo os peixes ficaram fora do gelo. De acordo com o estudo realizado por ALLEN Jr (2004) na Carolina do Norte nos Estados Unidos, amostras de albacora lage foram colocadas em

gelo a bordo dos barcos cerca de 30 min após a captura. Neste estudo não foram encontrados teores maiores que 2 mg/kg de histamina apesar do tempo entre a captura e o processamento primário.

No estudo realizado por STARUSZKIEWICZ et al. (2004) foram capturadas 81 amostras de peixes da família *Scombridae* no oceano próximo ao Havaí, nos Estados Unidos. Logo após a captura os peixes foram imediatamente isolados em caixas com água do mar. Os peixes foram colocados sob várias temperaturas de incubação (25 a 35 °C) para determinar em qual delas haveria aumento no teor de histamina e outras aminas biogênicas. Foi observado que nos peixes armazenados a 26 °C por 15 h houve aumento no teor de histamina para valores acima de 50 mg/kg. Para peixes armazenados a 35 °C por 12 h também houve aumento no teor de histamina para valores acima de 50 mg/kg. Os resultados deste trabalho mostraram que altas concentrações de histamina podem ser evitadas se os peixes forem resfriados rapidamente e mantidos a baixas temperaturas (congelados) durante o armazenamento.

Após a análise dos parâmetros presentes nos mapas e diários de bordo fornecidos pelas empresas pesqueiras para análise das práticas de captura e tratamento pós-captura e dos teores de histamina encontrados, foi possível perceber que o controle destas práticas deve ser constante. Desta forma, será possível manter a boa qualidade dos atuns e afins capturados na costa brasileira.

#### **4.5 SURTOS DE INTOXICAÇÃO POR PEIXES DA FAMÍLIA *SCOMBRIDAE* NO BRASIL**

Durante o período de realização deste estudo foram relatados três surtos de intoxicação por escombrídeos na região nordeste do Brasil. Estes casos foram comunicados à Vigilância Sanitária de Natal, RN, que coletou as amostras e as enviou ao Laboratório de Bioquímica de Alimentos para análise de histamina. Todas as informações sobre os eventos foram fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde de Natal por meio da Vigilância Sanitária. Os peixes envolvidos nos três casos eram atuns.

Estes eventos acometeram um total de 25 pessoas. Os principais sintomas apresentados foram febre, cefaléia, diarréia, cólica, manchas vermelhas na pele, náuseas, dispnéia e taquicardia. Nos três eventos os sintomas começaram a aparecer cerca de uma hora após a ingestão do alimento. No estudo realizado por LAVON et. al. (2008) os sintomas apresentados foram os mesmos encontrados neste estudo e começaram a aparecer 20 a 30 minutos após a ingestão de atum.

Com exceção do evento B, no qual a amostra continha peixe frito misturado ao peixe cru, as amostras nos outros eventos enviadas para análise eram apenas do peixe cru. Entretanto, como a histamina é uma amina termorresistente (LEHANE & OLLEY, 2000), não é degradada durante a cocção do pescado.

Os teores de histamina e de outras aminas bioativas nas mostras envolvidas nos surtos estão apresentados na **Tab. 13**. Na amostra envolvida no evento A, o qual acometeu quatro pessoas, o teor de histamina encontrado foi 3.701,80 mg/kg. No evento B o teor encontrado foi de 750,40 mg/kg, acometendo quatro pessoas e no evento C a amostra envolvida apresentou teor de 1.565,50 mg/kg e 17 pessoas foram envolvidas. Observa-se na **Tab. 13** que, além da histamina, foram detectadas outras aminas as quais podem potencializar o efeito toxico da histamina.

**Tabela 13.** Teores de aminas biogênicas em amostras de atuns envolvidas em surtos de intoxicação histamínica

Aminas biogênicas	Teores de aminas em (mg/kg)/amostra		
	A	B	C
Putrescina	25,8	nd	nd
Cadaverina	388,2	6,8	49,4
Histamina	3.701,8	750,4	1.565,5
Tiramina	78,5	nd	nd
Espermidina	nd	nd	37,3
Feniletilamina	1,0	nd	nd

nd = não detectado (valor < 0,56 mg/kg).

Outros países também relataram a ocorrência de surtos de intoxicação histamínica. Por exemplo, no ano de 2008, LAVON et al. relataram a ocorrência de 21 surtos de intoxicação por escombrídeos no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2007 acometendo 46 pessoas em Israel. Estes dados foram registrados pelo Israel Poison Information Center. Dos 46 pacientes envolvidos 39, ou seja, 84,7% relataram



ter ingerido carne de atum. No ano de 2010, CHEN et al. relataram um surto de intoxicação causado por histamina em pescado acometendo 347 crianças em uma escola na cidade de Kaohsiung no sudeste da Ilha Formosa em 2007. Neste estudo, foram analisadas duas amostras de peixes da espécie *Tetrapturus angustirostris* nos quais foram encontrados 400,20 e 523,00 mg/kg de histamina. Estes peixes pertencem à família *Istiophoridae* e são “peixes afins” do atum.

Não havia registro de intoxicação por histamina no Brasil. Neste trabalho, apesar de se confirmar a excelente qualidade dos pescados destinados a exportação, alguns produtos disponíveis no mercado interno foram capazes de causar intoxicação histamínica. Desta forma, estudos são necessários para investigar se as condições de captura de atuns e afins para o consumo interno são similares às praticadas para atuns para o mercado externo. Ainda, seria interessante verificar os procedimentos de manuseio na cadeia de transporte, processamento e consumo de atuns e afins no país.

A ocorrência de surtos de intoxicação histamínica no Brasil e no mundo e a crescente exportação de atuns e afins no país reforçam a idéia de que a produção deste pescado deve ser controlada desde a captura até o fornecimento deste alimento ao consumidor. Dessa forma se poderá prevenir a formação de histamina e reduzir a ocorrência desta intoxicação.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os mapas de bordo, a pesca com vara e isca-viva e espinhel pelágico são práticas de captura de atuns e afins capturados na costa brasileira.

De acordo com os diários de bordo, os tratamentos pós-captura de atuns e afins na costa brasileira incluíram sangramento, evisceração, lavagem e congelamento.

Os teores de histamina encontrados nos atuns e afins capturados na costa brasileira estavam de acordo com os limites regulamentados pela legislação brasileira, MERCOSUL, FDA e União Européia, com exceção de dois lotes.

As práticas de captura e tratamento pós-captura de atuns e afins da costa brasileira foram eficientes para garantir a boa qualidade do pescado quanto à ocorrência e teores de histamina.

Entre janeiro de 2007 e dezembro de 2009 foram relatados três surtos de intoxicação histamínica no Brasil envolvendo atuns e afins e acometendo 25 pessoas. As amostras incriminadas continham histamina em teores de 3.701,8; 750,4 e 1.565,5 mg/kg.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A PESCA COM ESPINHEL. Disponível em: <<http://www.projetoalbatroz.org.br/pescaComEspinhel.aspx>> Acesso em 23/09/2010.
- ALLEN JR. D.G. **Regulatory control of histamine production in North Carolina harvested mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): a HACCP-based industry survey**. Raleigh, NC: Department of Food Science, North Carolina State University. 2004. 91 p. (Master of Science).
- ARNOLD, H.S.; BROWN, D.W. Histamine toxicity from fish products. **Advances in Food Research**, v. 24, p. 113-154, 1978.
- ASHIE, I.N.A.; SMITH, J.P.; SIMPSON, B.K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 36, n. 182, p. 87-121, 1996.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p. 341-346, 1995.
- BARDÓCZ, S.; GRANT, G.; BROWN, D.S.; RALPH, A.; PUSTZTAI, A. Polyamines in food: implications for growth and health. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 4, p. 66-71, 1993.
- BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K. Transformações bioquímicas “post mortem” em pescado. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 169-192, 1985.
- BERTRAND, A.; BARD, F.X.; JOSSE, E. Tuna food habits related to the micronekton? distribution in French Polynesia. **Marine Biology**, v. 140, p. 1023-1037, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria Nº 185 de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de maio de 1997, Seção 1, p. 10282.
- BRILL, R.W.; BIGELOW, K.A.; MUSYL, M.K.; FRITSCHES, K.A.; WARRANT, E.J. Bigeye tuna behavior and physiology and their relevance to stocks assessments and fishery biology. **International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas**, v. 57, n. 2, p. 141-161, 2005.
- BRINK, B.; DAMINK, C.; JOOSTEN, H.M.; HUIS IN'T VELD, J.H.J. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 11, p. 73-84, 1990.

- CE (Conformite Europeene). Directiva de 22 de Julio de 1991 por la que se fijan las normas aplicables a la produccion y puesta em el mercado de los productos pesqueros (91/439/EEC). **Diario Oficial de la Comunidad Europea**, v. 286, p. 15-34, 1991.
- CHEN, H.C.; HUANG, Y.R.; HSU, H.H.; LIN, C.S.; CHEN, W.C.; LIN, C.M.; TSAI, Y.H. Determination of histamine and biogenic amines in fish cubes (*Tetrapturus angustirostris*) implicated in a food-borne poisoning. **Food Control**, v. 21, p. 13-18, 2010.
- CINQUINA, A.L.; CALI, A.; LONGO, F.; DE SANTIS, L.; SEVERONI, A.; ABBALE, F. Determination of biogenic amines in fish tissues by ion-exchange chromatography with conductivity detection. **Journal of Chromatography A.**, v. 1032, p. 73-77, 2004.
- COLLETE, B.B. Scombridae, atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc: Guia FAO para identificacion de espécies para los fines de la pesca. FAO, v. 125, n. 2, 137 p., 1995.
- DONHAUSER, S.; WAGNER, D.; GEIGER, E. Biogenic amines: significance, occurrence and assessment. **Brawelt International**, v. 11, p. 100-107, 1993.
- FAO (Food and Agriculture Organization) Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 21/04/2008.
- FDA (Food and Drug Administration, EUA). Decomposition and histamine – raw frozen tuna and mahi-mahi, canned tuna and related species; availability of revised compliance policy guide. **Federal Registration**, v. 149, p. 39754-39756, 1995.
- FIGUEIREDO, M.B. **Biologia reprodutiva da Albacora Bandolim *Thunnus obesus* (Lowe, 1839) no Oceano Atlântico tropical**, Recife: Departamento de Pesca e Aquicultura, UFRPE. 2007. 62 p. (Dissertação, Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura).
- FONTENEAU, A.; ARIZ, J.; DELGADO, A.; PALLARES, P.; PIANET, R. A comparison of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific ocean. **International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas**, v. 57, n. 2, p. 41-66, 2005.
- GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S.; OLIVEIRA, C.A.F. Aspectos da qualidade do pescado de relevância em saúde pública. **Higiene Alimentar**, v. 53, n. 12, p. 30-37, 1998.
- GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines. In H. Hui, L.L. Nollet. **Handbook of Food Science, Technology and Engineering**. New York: Marcel Dekker, v. 1, p. 1-38, 2005.

- GLÓRIA, M.B.A.; DAESCHEL, M.A.; CRAVEN, C.; HILDERBRAND Jr. K.S. Histamine and other biogenic amines in albacore tuna. **Journal of Aquatic Food Products and Technology**, v. 8, n. 4, p. 55-69, 1999.
- GUIZANI, N.; AL-BUSAIDY, M.A.; AL-BELUSH, M.I.; MOTHERSHAW, A.; RAHMAN, M.S. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). **Food Research International**, v. 38, p. 215-222, 2005.
- HALÁSZ, A.; BARÁTH, A.; SIMON-SARKADI, L.; HOLZAPFEL, W. Biogenic amines and their production by microorganisms in food. **Trends in Food Science and Technology**, v. 5, p. 42-49, 1994.
- HATHCOCK, J.N. **Nutritional Toxicology**. New York: Academic Press, 1982, v. 1, 515 p.
- HILLARY, A.R.; PEGG, A.E. Decarboxylases involved in polyamines biosynthesis and their inactivation by nitric oxide. **Biochemical and Biophysical Acta**, v. 1647, p. 161-166, 2003.
- ICCAT, International Commission For The Conservation Of Atlantic Tunas. Report of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS), Spain, 92 p, 2006.
- ICCAT, International Commission For The Conservation Of Atlantic Tunas. Report of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS), Spain, 270 p, 2009.
- KALAČ, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v. 90, p. 219-230, 2005.
- KALAČ, P.; ŠVECOVÁ, S.; PELIKÁNOVÁ, T. Levels of biogenic amines in typical vegetable products. **Food Chemistry**, v. 77, p. 349-351, 2002.
- KRIZEK, M. Biogenic amines in fish. In G. Dandriofosse. **Biological aspects of biogenic amines, polyamines and conjugates**. Kerala, India: Transworld Research Network, p. 311-325, 2009.
- KURUMOTO, J.S. **A integração entre tecnologia e produto nas empresas de base tecnológica de São Carlos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2009. 109 p. (Dissertação, Mestrado em Engenharia de Produção).
- LANGE, J.; THOMAS, K.; WITTMAN, C. Comparison of a capillary electrophoresis method with high-performance liquid chromatography for the determination of biogenic amines in various food samples. **Journal of Chromatography B**, v. 779, p. 229-239, 2002.

- LAVON, O.; LURIE, Y.; BENTUR, V. Scombroid fish poisoning in Israel, 2005-2007. **Israel Medical Association Journal**, v. 10, p. 789-792, 2008.
- LEHANE, L.; OLLEY, J. Histamine fish poisoning revisited. **International Journal of Food Microbiology**, v. 58, p. 1-37, 2000.
- LIMA, A.S. **Metodologia para a determinação de histamina por cromatografia líquida de alta eficiência – par iônico**. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia, UFMG. 1999. 77 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência de Alimentos).
- LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim da SBCTA**, v. 33, p. 70-79, 1999.
- LISTON, J. Microbial hazards of sea-food consumption. **Food Technology**, v. 44, p. 56-62, 1990.
- LUCAS, A.P. Pesque-pague, uma renda extra para os piscicultores. **Manchete Rural**, Rio de Janeiro, n. 97, p. 6-10, 1995.
- MIETZ, J.L.; KARMAS, E. Chemical quality index of canned tuna as determined by high-pressure liquid chromatography. **Journal of Food Science**, v. 42, p. 155-158, 1977.
- MIETZ, J.L.; KARMAS, E. Polyamine and histamine content of rockfish, salmon, lobster, and shrimp as an indicator of decomposition. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 61, n. 1, p. 139-145, 1978.
- MOINARD, C.; CYNOBER, L.; BANDT, J.P. Polyamines: metabolism and implications in human diseases. **Clinical Nutrition**, v. 24, p. 184-197, 2005.
- MOURATO, B.L. **Padronização da captura por unidade de esforço de espadarte, *Xiphias gladius* (L., 1758) e de tubarão-azul, *Prionace glauca* (L., 1758) capturados pela frota atuneira brasileira no oceano atlântico**. São Paulo, Departamento de Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca, Secretaria de Agricultura e Abastecimento. 2007. 91 p. (Dissertação, mestrado em Aquicultura e Pesca).
- MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>> Acesso em 20/08/2010.
- NEVES, F.O.C.; BASTOS, G.C.C.; NEVES, T.S. A morte de aves em espinhéis no Brasil. **Ciência Hoje**, v. 29, n. 171, p. 24-33, 2001.
- OLIVEIRA, G.M. Pesca e aquicultura no Brasil, 1991-2000: produção e balança comercial/Geovânio Milton de Oliveira. Brasília: Ibama, 2005. 260 p.

- OLIVEIRA, I.M.; HAZIN, F.; OLIVEIRA, V.S.; GEBER, F.; OLIVEIRA, G.J.; BARRADAS, R. Distribuição e abundância relativa de peixes capturados com espinhel de fundo na costa de Pernambuco, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n. 2, p. 183-193, 2007.
- OLIVEIRA, R.B.A. **Qualidade de atuns tipo exportação capturados pelo espinhel pelágico no litoral de Pernambuco e Rio Grande do Norte, Brasil**. Recife, Departamento de Ciências Domésticas, UFRPE. 2009. 107 p. (Dissertação, mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/mpa/legislacao/AQUICULTURA\\_COMPLETO.pdf](http://www.mpa.gov.br/mpa/legislacao/AQUICULTURA_COMPLETO.pdf)> Acesso em 20/08/10.
- PANETTA, J.C.; DIAS, E.R.; ZICAN, C.A.; SANTANA, R. Saúde pública e aqüicultura. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 9, n. 36, p. 6-7, 1995.
- PEREIRA, A.A. **Comportamento da albacora lage *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Recife, Centro de Tecnologia e Geociências, UFPE. 2007. 39 p. (Dissertação, mestrado em Oceanografia).
- PESCA DO ATUM, COSTA BRASILEIRA. Disponível em: <[http://br.olhares.com/pesca\\_do\\_atum\\_costa\\_brasileira\\_foto1411745.html](http://br.olhares.com/pesca_do_atum_costa_brasileira_foto1411745.html)> Acesso em: 23/09/2010.
- RAWLES, D.D.; FLICK, G.J.; MARTIN, R.Y. Biogenic amines in fish and shellfish. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 39, p. 329-365, 1996.
- REDE DE PESCA. Disponível em: <[http://br.olhares.com/rede\\_de\\_pesca\\_foto833337.html](http://br.olhares.com/rede_de_pesca_foto833337.html)> Acesso em: 23/09/2010.
- RUIZ-CAPILLAS, C.; MORAL, A. Production of biogenic amines and their potential use as quality control indices for hake (*Merluccius merluccius*, L.) stored in ice. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 7, p. 1030-1032, 2001.
- SASSAKI, L.A.; RIBEIRO, P. Intoxicação histamínica por pescado. **Higiene Alimentar**, v. 5, n. 18, p. 20-23, 1991.
- SCHROEDER, F.A.; CASTELLO, J.P. “Cardume associado”: Nova modalidade de pesca de atuns no sul do Brasil – descrição e comparação. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 66-74, 2007.
- SEAP (Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca). Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br/seap>> Acesso em 20/04/08.

- SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, v. 29, p. 675-690, 1996.
- SIDHU, K.S. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 38, n. 3, p. 336-344, 2003.
- SILLA-SANTOS, M.H. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 29, p. 213-231, 1996.
- SILVA, C.M.G.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at  $4 \pm 1$  °C and in chicken-based meat products. **Food Chemistry**, v. 78, p. 241-248, 2002.
- SILVA, T.M. **Otimização e validação de método para determinação de histamina em pescado**. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia, UFMG. 2008. 103 p. (Dissertação, mestrado em Ciência de Alimentos).
- SILVA, T.M.; SABAINI, P.S.; EVANGELISTA, W.P.; GLÓRIA, M.B.A.; Occurrence of histamine in Brazilian fresh and canned tuna. **Food Control**, in press, 2010.
- SILVEIRA, N.F.A.; LEITÃO, M.F.F.; BALDINI, V.L.S.; TEIXEIRA FILHO, A.R. Bactérias produtoras de histamina e potencial para sua formação em peixes de origem fluvial ou lacustre. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, p. 19-25, 2001.
- SMITH, T.A. Amines in food. **Food Chemistry**, v. 6, p. 169-200, 1980-81.
- SOARES, V.F.M.; GLÓRIA, M.B.A. Histamine levels in canned fish available in the retail market of Belo Horizonte, MG, Brasil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 7, p. 102-107, 1994.
- SOARES, V.F.M.; VALE, S.R.; JUNQUEIRA, R.G.; GLÓRIA, M.B.A. Teores de histamina e qualidade físico-química e sensorial de filé de peixe congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 462-470, 1998.
- STARUSZKIEWICZ, W.F.; BARNETT, J.D.; ROGERS, P.L; BENNER JR, R.A.; WONG, L.L; COOK, J. Effects of on-board and dockside handling on the formation of biogenic amines in mahimahi (*Coryphaena hippurus*), skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), and yellowfin tuna (*Thunnus albacores*). **Journal of Food Protection**, v. 67, n. 1, p. 134-141, 2004.
- STRATTON, J.E.; HUTKINS, R.W.; TAYLOR, S.L. Biogenic amines in cheese and other fermented foods: a review. **Journal of Food Protection**, v. 54, p. 460-470, 1991.
- TAYLOR, S.L. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 17, p. 91-128, 1986.



- TSAI, Y.H.; KUNG, H.F.; LEE, T.M.; CHEN, H.C.; SHOU, S.S.; WEI, C.I.; HWANG, D.F. Occurrence of histamine and histamine-forming bacteria in salted mackerel in Taiwan. **Food Microbiology**, v. 22, p. 461-467, 2005.
- VALE, S.R.; GLÓRIA, M.B.A. Determination of biogenic amines in cheese. **Journal of the Association of Official and Analytical Chemists International**, v. 80, p. 1006-1012, 1997.
- VECIANA-NOGUÉS, M.T.; HERNANDEZ-JOVER, T.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL CAROU, M.C. Liquid chromatographic method for determination of biogenic amines in fish and fish products. **Journal of the Association of Official and Analytical Chemists International**, Arlington, v. 78, p. 1045-1050, 1995.
- VECIANA-NOGUÉS, M.T.; MARINÉ-FONT, A.; VIDAL CAROU, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationship with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines and organoleptic changes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 2036-2041, 1997.
- VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela, 370 p. 2004.
- VISCIANO, P.; CAMPANA, G.; ANNUNZIATA, L.; VERGARA, A.; IANIARA, A. Effect of storage temperature on histamine formation in *Sardina pilchardus* and *Engraulis encrasicolus* after catch. **Journal of Food Biochemistry**, v. 31, p. 577-588, 2007.

# ANEXO A



Presidência da República  
Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca - SEAP/PR  
Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos  
Naturais Renováveis - IBAMA

**VARA E ISCA-VIVA**

Espécie-alvo:

Região:

Nordeste

Sudeste/Sul

## Sistema de *Mapa de Bordo*

### A) IDENTIFICAÇÃO

Nome da Embarcação:	Empresa/Armador:
Porto de Saída:	Porto de Chegada:
Data de Saída:	Data de Chegada:

### B) DADOS DA ATIVIDADE

Discriminação (Atividade \*)  
Discriminação (Atividade \*)

1: Pesca de Isca Viva - preencher quadros B e C  
2: Pesca de Atuns e a fins - preencher quadros B e D

	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°
Discriminação(Atividade*)						
Data (dia/mês)						
Hora (inicial)						
Latitude(inicial) S						
Longitude (inicial) W						
Profundidade (m)						
Temp de Superfície C°						
Vento - Direção						
Vento - Força						

(\*) Atividade: 1 - Pesca de Isca; 2 - Pesca de atuns e a fins

### C) DADOS DA CAPTURA DA ISCA VIVA

	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°
N° de Sarricos <input type="checkbox"/> Baldes <input type="checkbox"/>						
Sardinha (kg)						
Boqueirão (kg)						
Outras Espécies (kg)						

### D) DADOS DAS CAPTURAS

	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°
Espécies	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
Albacora-bandolim (BET)						
Albacora-branca (ALB)						
Albacora-laje (YFT)						
Albacorinha (BLF)						
Bonito-cachorro						
Bonito-listrado (SKJ)						
Bonito-pintado						
Cavala						
Cavala-empinge (WAH)						
Dourado (DOL)						

**E) INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°	Lance N°
Associação do cardume(*)						

(\*) 0 - Cardume livre; 1 - Bóias fixas ou deriva; 2 - Plataforma de petróleo; 3 - Tronco ou galhos de árvore; 4 - Outros objetos; 5 - Baleia morta.

**F) RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO**

NOME DO MESTRE: \_\_\_\_\_ Nº DE REGISTRO SEAP/PR: \_\_\_\_\_  
ASS.: \_\_\_\_\_ Nº INSCR. CAP. PORTOS: \_\_\_\_\_

**OBSERVAÇÃO:**

- 1- Os dados fornecidos serão mantidos confidencialmente e serão de uso restrito à pesquisa.
- 2- A obrigatoriedade do fornecimento das informações sobre as pescarias está prevista no Decreto Lei Nº 221/67 e Decreto Nº 4.810/03. O não cumprimento desta obrigatoriedade ou fornecimento de informações falsas implicará em sanções que vão desde multas (art. 56 do Decreto no. 3179/99) até o cancelamento das permissões de pesca e registro (Instrução Normativa Interministerial no.26/05).
- 3- Quando o número de espécies for maior que o espaço disponível, utilizar outro formulário como continuação.
- 4- Nome do mestre legível.

## INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO MAPA DE BORDO – VARA E ISCA-VIVA

### 1. QUADRO – SISTEMA DE MAPA DE BORDO VARA E ISCA-VIVA

Escreva neste quadro, a espécie-alvo da pescaria. Entende-se por espécie-alvo a espécie ou grupo de espécies para as quais a pescaria é direcionada, ou seja, a espécie que você quer pescar.

Em seguida, preencha com um "X", a Região (Nordeste ou Sudeste/Sul) em que está sendo realizada a pescaria.

### 2. QUADRO A - IDENTIFICAÇÃO

Informe neste quadro dados de sua embarcação, completando o Mapa de Bordo de acordo com a explicação abaixo:

<b>Nome da Embarcação:</b>	Escreva o nome completo da Embarcação.
<b>Empresa/Armador:</b>	Escreva o nome completo do Armador ou Proprietário da Embarcação.
<b>Porto de Saída:</b>	Escreva o nome do Porto ou Local (nome da cidade ou distrito) de onde saiu a embarcação para iniciar a viagem de pesca.
<b>Data de Saída:</b>	Escreva a data (dia/ mês/ano) da saída da embarcação, para o início da viagem de pesca.
<b>Porto de Chegada:</b>	Escreva o nome do Porto ou Local (nome da cidade ou distrito) aonde chegou a embarcação, após o término da viagem de pesca.
<b>Data de Chegada:</b>	Escreva a data (dia/mês/ano) da chegada da embarcação ao Porto ou Local de desembarque.

### 3. QUADRO B - DADOS DA ATIVIDADE

Complete este Quadro em seqüência, a partir da data de saída do porto, com informações diárias sobre cada atividade executada (inclusive os dias de iscagem). Diariamente, durante ou logo após o(s) lance(s), informe o seguinte.

<b>Discriminação(Atividade*)</b>	Escreva neste campo diariamente o nº 1 quando estiver capturando a isca-viva, ou o nº 2 quando em operação de procura e captura de Atuns e Afins.
<b>Data (dia/mês)</b>	Diariamente, escreva o dia e o mês de cada atividade ou operação de pesca.
<b>Hora (inicial)</b>	Escreva a hora do início da captura (Isca Viva ou Atuns e Afins, conforme o caso).
<b>Latitude(inicial) S</b>	Utilizando-se de equipamento eletrônico ou carta náutica, escreva a latitude ( <b>S</b> ) em graus e minutos do local do início da captura de Isca Viva ou de Atuns e Afins, conforme o caso.
<b>Longitude (inicial) W</b>	Da mesma forma que no item anterior, escreva a longitude ( <b>W</b> ) em graus e minutos do local do início da captura de Isca Viva ou de Atuns e Afins, conforme o caso.
<b>Profundidade (m)</b>	Escreva a profundidade (m), do local onde ocorreu a captura de Isca Viva ou Atuns e Afins, conforme o caso.
<b>Temp de Superfície C°</b>	Anote a temperatura da superfície da água, em °C (em graus Celsius), do local onde ocorreu a captura de Isca Viva ou Atuns e Afins, conforme o caso.
<b>Vento - Direção</b>	Escreva a direção do vento, onde está sendo realizada a captura de Isca Viva ou Atuns e Afins, conforme o caso.
<b>Vento - Força</b>	Escreva de acordo com a escala Beuford a força do vento, onde está sendo realizada a captura de Isca Viva ou Atuns e Afins, conforme o caso.

### 4. QUADRO C - DADOS DA CAPTURA DA ISCA-VIVA

Este quadro deverá ser preenchido apenas quando da captura de Isca Viva, após o preenchimento do Quadro B - DADOS DA ATIVIDADE, sempre escrevendo na Coluna Discriminação (Atividade\*), o número 1.

<b>Nº de sarrico ou baldes:</b>	Marque com um "X" no espaço correspondente (sarrico ou balde), conforme o meio ou utensílio utilizado no transbordo das iscas da rede de cerco para as tinas do atuneiro em cada lance de isca. Em seguida, escreva a quantidade de sarricos ou baldes de Isca Viva transferida às tinas do atuneiro em cada lance.
---------------------------------	---

Informe o peso estimado (Kg), de cada espécie de isca-viva (sardinha, boqueirão e/ou outras espécies) transferidas ao atuneiro em cada lance.

### 5. QUADRO D – DADOS DE CAPTURA:

Escreva diariamente neste quadro, os dados das capturas de cada espécie realizada por lance, sempre escrevendo na Coluna Discriminação (Atividade\*), do Quadro B - DADOS DA ATIVIDADE, o número 2, referente à Atividade de "Pesca ou Procura de Atuns e Afins".

Caso sejam capturadas espécies cujo nome não apareça no Mapa de Bordo, escreva nas linhas em branco os nomes destas espécies, com seus respectivos pesos (Kg).

Entende-se por lance cada procedimento de localização e aproximação do cardume, seguido ou não de pesca (captura). Como durante um dia pode existir mais de um lance, anotar os dados de captura de cada lance. Caso não seja realizada nenhuma captura durante o dia, deixar a coluna correspondente ao lance em branco.

### 6. QUADRO E – INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

**Associação do Cardume** – Informe a associação do cardume capturado por lance, conforme as situações encontradas: **0)** Se a captura de atuns e afins foi realizada com o Cardume livre; **1)** junto a Bóias fixas ou à deriva; **2)** junto a Plataforma; **3)** junto a Tronco ou galhos de árvore; **4)** junto a Outros Objetos; ou **5)** junto a Baleia morta.

### 7. QUADRO F – RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO

Este Quadro deve ser preenchido com os dados do mestre ou encarregado da embarcação, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo, conforme é mostrado abaixo:

<b>Nome:</b>	Escreva o nome completo do mestre, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo.
<b>Ass:</b>	Assinatura do mestre, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo.
<b>Nº Reg. SEAP/PR:</b>	Anote, nesta linha, o nº do Registro Geral da Pesca da embarcação.
<b>Nº Insc.Cap.Portos:</b>	Anote, nesta linha, o nº de inscrição do mestre, encarregado da embarcação na Capitania dos Portos.

# ANEXO B



Presidência da República  
Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca - SEAP/PR  
Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos  
Naturais Renováveis - IBAMA

## ESPINHEL DE SUPERFÍCIE

Espécie-alvo:

Atuns  Tubarões  Espadarte

## Sistema de *Mapa de Bordo*

### A) IDENTIFICAÇÃO

Nome da Embarcação:	Empresa/Armador:
Porto de Saída:	Porto de Chegada:
Data de Saída:	Data de Chegada:

### B) DADOS DE ESFORÇO

Discriminação	Lance N°		Lance N°		Lance N°	
	Lançamento	Recolhimento	Lançamento	Recolhimento	Lançamento	Recolhimento
Data (dia/mês)						
Hora/min (inicial)						
Hora/min (final)						
N° de Anzóis						
N° de Samburás						
Temp de Superfície						
Profundidade (m)						
Latitude(inicial) N/S						
Longitude (inicial) W						
Tipo de isca						
Light-Stick (sim/não)						

### C) DADOS DAS CAPTURAS

Espécies	Lance N°		Lance N°		Lance N°	
	N°	Kg	N°	kg	N°	kg
Agulhão branco (WHM)						
Agulhão negro (BUM)						
Agulhão vela (SAI)						
Albacora Azul (BFT)						
Albacora bandolim (BET)						
Albacora branca (ALB)						
Albacora laje (YFT)						
Albacorinha (BLF)						
Arraia jamanta						
Barracuda						
Cavala empinge (WAH)						
Cavala preta						
Dourado (DOL)						
Espadarte (SWO)						
Peixe prego						
Tubarão azul (BSH)						
Tubarão cachorro						
Tubarão lombo preto (FAL)						
Tubarão mako / anequim (MAK)						
Tubarão martelo(SPX)						
Tubarão raposa (BTH)						
Tubarão tigre						
Outros peixes (OTH TEL)						
Outros tubarões (OTH SHARKS)						

**D) DESCARTE**

Espécies	Lance Nº		Lance Nº		Lance Nº	
	Nº de vivos	Nº de mortos	Nº de vivos	Nº de mortos	Nº de vivos	Nº de mortos
Agulhão branco (WHM)						
Agulhão negro (BUM)						
Agulhão vela (SAI)						
Tubarão azul (BSH)						
Tubarão mako / anequim (MAK)						
Tubarão martelo (SPX)						
Tubarão raposa (ALV)						
Outros Tubarões (OTH SHARKS)						
Outros peixes (OTH TEL)						

**E) CAPTURAS INCIDENTAIS DE AVES, TARTARUGAS E OUTROS:**

Espécies	Lance Nº		Lance Nº		Lance Nº	
	Vivos	Mortos	Vivos	Mortos	Vivos	Mortos
Aves						
Tartarugas						
Outros						

**F) RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO**

NOME DO MESTRE: _____	Nº DE REGISTRO SEAP/PR: _____
ASS.: _____	Nº INSCR. CAP. PORTOS: _____

**OBSERVAÇÃO:**

- 1- Os dados fornecidos serão mantidos confidenciais e serão de uso restrito à pesquisa.
- 2- A obrigatoriedade do fornecimento das informações sobre as pescarias está prevista no Decreto Lei Nº 221/67 e Decreto Nº 4.810/03. O não cumprimento desta obrigatoriedade ou fornecimento de informações falsas implicará em sanções que vão desde multas (art. 56 do Decreto no. 3179/99) até o cancelamento das permissões de pesca e registro (Instrução Normativa Interministerial no.26/05).
- 3- Quando o número de espécies for maior que o espaço disponível, utilizar outro formulário como continuação.
- 4- Nome do mestre legível.

Nº	Código ICCAT	Nome em Português	Nome em inglês	Nome em Espanhol	Nome em Japonês	Nome em Chinês
1	BFT	Albacora azul	Bluefin Tuna	Atún rojo	Kromaguro	Hay we
2	YFT	Albacora laje	Yellowfin tuna	Rabil	Kihada	Huang chi we
3	ALB	Albacora branca	Albacore	Atún blanco	Bin-naga	Chang chi we
4	BET	Albacora bandolim	Bigeye tuna	Patudo	Mebachi	Tha mu we
5	BLF	Albacorinha	Blackfin tuna	Atún aleta negra	Taiseiyomaguro	Tha hsi yang hay we
6	SKJ	Bonito listrado	Oceanic skipjack	Listado	Katsuo	Theng chien
7	SAI	Agulhão vela	Atlantic sailfish	Pez vela	Nishibashokajiki	Ba chiao chi yu
8	BUM	Agulhão negro	Atlantic blue marlin	Aguja negra	Nishikurokajiki	Hay pi chi yu
9	WHM	Agulhão branco	Atlantic white marlin	Aguja blanca	Nishimakajiki	Hung jou chi yu
10	SWO	Espadarte	Broadbill swordfish	Pez espada	Mekajiki	Chien chi yu
11	SPF	Agulhão verde	Spearfish	Aguja picuda	Kuchinagafurai	Chang wen chi yu
12	BSH	Tubarão azul	Blue shark	Tiburón azul	Yoshikirizame	-
13	OCS	Tubarão estrangeiro	Oceanic whitetip shark	Tiburón oceânico	Yogore	-
14	FAL	Tubarão lombo preto	Silky shark	Tiburón jaquetón	Kurotogarizame	-
15	MAK	Tubarão mako/ anequim	Mako	Marrajo	Aozame	-
16	BTH	Tubarão raposa	Bigeye thresher	Zooro ojón	Hachiware	-
17	ALV	Tubarão raposa	Thresher	Zorros nep	-	-
18	POR	Marracho	Porbeagle	Marrajo sardinero	Môka-zame	-
19	DOL	Dourado	Dolphinfish	Dorado	Shiira	Fei Niau Fu
20	WAH	Cavala empinge	Wahoo	Peto	Kamasusawara	Chi chuen

## INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO MAPA DE BORDO - ESPINHEL (LONG-LINE) DE SUPERFÍCIE

### 1. QUADRO – SISTEMA DE MAPA DE BORDO ESPINHEL (LONG-LINE) DE SUPERFÍCIE

Marque com um "X" a espécie-alvo da pescaria (Atuns, Espadarte ou Tubarões). Entende-se por espécie-alvo a espécie ou grupo de espécies para as quais a pescaria é direcionada, ou seja, a espécie que você quer pescar.

### 2. QUADRO A - IDENTIFICAÇÃO

Informe neste Quadro dados de sua embarcação, completando o Mapa de Bordo, de acordo com a explicação abaixo:

<b>Nome da Embarcação:</b>	Escreva o nome completo da Embarcação.
<b>Empresa/Armador:</b>	Escreva o nome completo do Armador ou Proprietário da Embarcação.
<b>Porto de Saída:</b>	Escreva o nome do Porto ou Local (nome da cidade ou distrito) de onde saiu a embarcação para iniciar a viagem de pesca.
<b>Data de Saída:</b>	Escreva a data (dia, mês e ano) da saída da embarcação para o início da viagem de pesca.
<b>Porto de Chegada:</b>	Escreva o nome do Porto ou Local (nome da cidade ou distrito) aonde chegou a embarcação, após a viagem de pesca.
<b>Data de Chegada:</b>	Escreva a data (dia, mês e ano) da chegada da embarcação ao Porto ou Local de desembarque.

### 3. QUADRO B - DADOS DE ESFORÇO

Complete este Quadro de forma seqüencial, durante ou logo após cada lance, utilizando-se neste caso as 02 (duas) colunas, uma para os dados de Lançamento e a outra para os dados de Recolhimento do espinhel.

Diariamente, durante ou logo após o lançamento e recolhimento do espinhel, informe o seguinte:

<b>Data (dia/mês):</b>	Escreva a data (dia e o mês) referente a cada lance (lançamento e recolhimento do espinhel).
<b>Hora/min Inicial:</b>	Escreva a hora e o minuto do início do lançamento e do recolhimento do espinhel.
<b>Hora/min Final:</b>	Escreva a hora e o minuto do final do lançamento e do recolhimento do espinhel.
<b>Nº de Anzóis:</b>	Escreva o número total de anzóis ou de linhas secundárias lançadas (na coluna lançamento), e o número total de anzóis ou linhas secundárias recolhidas (na coluna recolhimento).
<b>Nº de Samburás:</b>	Escreva o número de samburás (cada seção da linha principal entre duas bóias) lançados (na coluna lançamento), e o número de samburás recolhidos (na coluna recolhimento).
<b>Temp. de superfície (C°):</b>	Anote a temperatura da superfície da água, em °C (em graus Celsius), do local onde ocorreu o início do lançamento e do local onde ocorreu o início do recolhimento do espinhel.
<b>Profundidade (m):</b>	Anote a profundidade em metros, do local onde ocorreu o lançamento e recolhimento do espinhel.
<b>Latitude (inicial) N/S:</b>	Utilizando-se de equipamento eletrônico ou carta náutica, escreva a latitude N ou S em graus e minutos do local do início do lançamento e do recolhimento do espinhel.
<b>Longitude (inicial) W:</b>	Da mesma forma que no item anterior, escreva a longitude W em graus e minutos do local do início do lançamento e do recolhimento do espinhel.
<b>Tipo de Isca:</b>	Informe a espécie ou produto utilizado como isca na pescaria.
<b>Light-Stick (sim/não):</b>	Informe se utilizou ou não <i>light-stick</i> (bastão fluorescente) na pescaria.

### 4. QUADRO C - DADOS DAS CAPTURAS

Escreva neste Quadro os dados das capturas realizadas em cada lance, ou seja, em cada recolhimento do espinhel, com informações sobre o número de indivíduos e a quantidade estimada (Kg) de cada espécie capturada. Os nomes das principais espécies já estão anotados, bastando informar para cada espécie a quantidade (em N° de indivíduos) e o peso total destes indivíduos (em Kg).

Caso sejam capturadas espécies cujo nome não apareça no Mapa de Bordo, escreva nas linhas em branco os nomes destas espécies, com as informações sobre o número de indivíduos e os respectivos pesos (Kg).

Caso não saiba o nome da espécie anote o número de indivíduos e o peso total (Kg) nos campos Outros Peixes ou Outros Tubarões.

### 5. QUADRO D – DESCARTE:

Entende-se por descarte, parte da captura (organismos marinhos ou partes desses), que por ter pouco ou nenhum valor econômico e/ou por restrições legais, é devolvida ao mar durante as operações de pesca. Desta forma, informe neste quadro o número de indivíduos vivos e mortos, por espécie e por lance, que foram devolvidos ao mar.

### 6. QUADRO E – CAPTURAS INCIDENTAIS DE AVES, TARTARUGAS E OUTROS:

Entende-se por captura incidental aquelas espécies capturadas de forma involuntária ou acidentalmente. Geralmente não se constituem em recursos pesqueiros, seja porque não são comestíveis ou porque não se prestam a qualquer tipo de beneficiamento, não tendo, portanto, valor comercial.

Desta forma, escreva neste Quadro as seguintes informações:

<b>Aves:</b>	Escreva o número de aves, vivas e mortas, capturadas incidentalmente por espécie em cada lance.
<b>Tartarugas:</b>	Escreva o número de tartarugas, vivas e mortas, capturadas incidentalmente por espécie em cada lance.
<b>Outros:</b>	Escreva o número de outros organismos, vivos e mortos, capturados incidentalmente em cada lance.

### 7. QUADRO F – RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO

Este Quadro deve ser preenchido com os dados do mestre ou encarregado da embarcação, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo, conforme é mostrado abaixo:

<b>Nome:</b>	Escreva o nome completo do mestre, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo.
<b>Ass:</b>	Assinatura do mestre, responsável pelo preenchimento do Mapa de Bordo.
<b>Nº Reg. SEAP/PR:</b>	Anote, nesta linha, o nº do Registro Geral da Pesca da embarcação.
<b>Nº Insc.Cap.Portos:</b>	Anote, nesta linha, o nº de inscrição do mestre, encarregado da embarcação na Capitania dos Portos.