

ANTÔNIA LÚCIA DOS SANTOS

ESTUDO QUANTITATIVO DO CÁDMIO (Cd) EM ESPÉCIES DE ATUNS  
(Scombridae) PROVENIENTES DO LITORAL DO RIO DE JANEIRO

PPGVS/INCQS

FIOCRUZ

2007

ESTUDO QUANTITATIVO DO CÁDMIO (Cd) EM ESPÉCIES DE ATUNS  
(Scombridae) PROVENIENTES DO LITORAL DO RIO DE JANEIRO

Antônia Lúcia dos Santos

Curso de Especialização em Controle da Qualidade  
de Produtos, Ambientes e Serviços Vinculados à  
Vigilância Sanitária

Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde  
Fundação Oswaldo Cruz

Orientador: André Luis Almeida Souza, D.Sc.

Rio de Janeiro

2007

ANTÔNIA LÚCIA DOS SANTOS

ESTUDO QUANTITATIVO DO CÁDMIO (Cd) EM ESPÉCIES DE ATUNS  
(Scombridae) PROVENIENTES DO LITORAL DO RIO DE JANEIRO

Monografia submetida à Comissão Examinadora composta pelos professores e tecnologistas do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz e por professores convidados de outras instituições, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Especialista em Controle da Qualidade em Produtos, Ambientes e Serviços Vinculados à Vigilância Sanitária.

Aprovado

Prof. Dr. André Luis Almeida Souza (IOC/DBBM)

Prof. Dr. Emilson Domingos da Silva (BIOMANGUINHOS/FIOCRUZ)

Prof. Dr. Manoel José Soares Santos (ENSP/FIOCRUZ)

Orientador: \_\_\_\_\_

Rio de Janeiro

2007

Santos, Antônia. Lúcia dos

Estudo quantitativo do Cádmio (Cd) em espécies de atuns (Scombridae) provenientes do litoral do Rio de Janeiro / Antônia Lúcia dos Santos. Rio de Janeiro: INCQS/ FIOCRUZ, 2007.

xii, 44 p., il., tab.

Trabalho de conclusão de Curso (Especialização em Vigilância Sanitária) – Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Programa de Pós-Graduação em Vigilância Sanitária, Rio de Janeiro, 2007.

Orientador: André Luis Almeida Souza

1.Metal pesado. 2.Alimentos I.Título.  
Title

Title:

QUANTITATIVE STUDY OF CADMIUM (Cd) IN SPECIES OF TUNA  
(Scombridae) FROM THE COAST OF RIO DE JANEIRO

*Aos meus filhos pela sua grandeza.*

*“Humildade é básica para a vida e para tudo”.*

*Humildade na grandeza e ser grande na humildade  
ficar feliz com sucesso e não ficar infeliz com o insucesso.*

*Xazir I.*

Ao meu orientador Prof.Dr. André Luis de Almeida Souza pela atenção e paciência  
no andamento dos trabalhos.

Prof.Dra. Silvana Jacob, Lísia Gobo, Jaylei Monteiro Gonçalves do Departamento  
de Química, Laboratório de Contaminantes Inorgânicos pela realização deste  
trabalho.

Dr. Prof. Salvatori Giovanni De Simoni

Aqueles que contribuíram direta e indiretamente.

## RESUMO

Neste trabalho, preocupamos em estudar os níveis de contaminação ao cádmio (Cd) em atuns capturados para o consumo humano, no litoral do estado do Rio de Janeiro. Nesta região de pesca, observamos a prevalência de três espécies de atuns (Scombridae) *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacares* e *Thunnus obesus*, se distribuem com homogeneidade em diversas localidades fornecidas do pescado comercializado no entreposto de pesca da Ilha da Conceição, Niterói – RJ, onde obtivemos o material objeto de nosso estudo, observamos que em todas as três localidades: Barra do Rio de Janeiro, Bacia de campos e Sul de Ilha Grande, de onde são oriundos todos os atuns comercializados para a região metropolitana do estado do Rio de Janeiro e Grande Rio, há uma exposição deste pescado ao cádmio, quando comparado a outros metais pesados. A importância deste metal pesado em Saúde Pública nos fez escolhê-lo para nosso tema de estudo. Podemos observar que grande quantidade de cádmio (Cd), absorvido pelo peixe fica concentrada em seu fígado em detrimento do músculo, porção consumida. Parecendo não ter riscos para o consumo “in natura”, mas sendo, importante observar, a exposição a altos níveis de cádmio (Cd), no consumo do atum enlatado, uma vez o peixe inteiro é processado na industrialização. Após revisão de literatura, observamos ser conservada a proteína responsável pela captação de cádmio (Cd). Abrindo a perspectiva para desenvolvimento de uma ferramenta de análise, ainda no entreposto de pesca.

**Palavras-chave:** Atum. Metal pesado. Cádmio. Musculatura. Fígado. Peixe.



## ABSTRACT

In this work, we worry in studying the levels of contamination to Cadmium (Cd) in tunas captured for the human consumption, in the coast of the state of Rio de Janeiro. In this region of it fishes, we observe the prevalence of three species of tunas (Scombridae) *Katsuwonus pelamis*, *Thunnus albacares* and *Thunnus obesus*, if they distribute with homogeneity in diverse localities supplied of the commercialized fished one in the warehouse of fishes of the Island of the Conceição, Niterói - RIO DE JANEIRO, where we got the material object of our study. We observe, that in all the three localities: Bar of Rio de Janeiro, Basin de Campos and Sul of Great Island, of where the tunas commercialized for the region are deriving all metropolitan of the state of Rio de Janeiro and Grande Rio, has an exposition of this fished to cadmium, when compared with other metals heavy. The importance of this metal weighed in Public Health in made them to choose it for our subject of study. We can observe that great amount of Cadmium (Cd), absorbed for the fish is intent in its liver in detriment of the muscle, consumed portion. Seeming not to have risks for the consumption "in natura", but being, important to observe, the exposition the high Cadmium (Cd) levels, in the consumption of the tinned tuna, a time the entire fish is processed in industrialization. After literature revision, we observe to be conserved the responsible protein for the Cadmium (Cd) captation. Opening the perspective for development of an analysis tool, still in the warehouse of it fishes.

**Keywords:** Tuna, Weighed Metal, Cadmium, Muscle, Liver, Fish.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa localização de pesca (Rota pesqueira no litoral Brasileiro).....	22
Figura 2 – Transporte.....	23
Figura 3 – Obtenção das amostras .....	23
Figura 4 – Obtenção.....	24
Figura 5 – Coleta das Amostras .....	24
Figura 6 – Biometria do atum .....	25
Figura 7 - Barco atuneiro, eviscerando os peixes em alto mar.....	25
Figura 8 - Amostra de fígado de <i>Katsuwomos pelamis</i> coletado na Bacia de Campos (RJ) .....	26
Figura 9 - Amostra de fígado de <i>Katsuwomos pelamis</i> coletado em Barra, litoral do Rio de Janeiro .....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Concentração total de cádmio (Cd) no fígado e músculo de atum ( <i>K. pelamis</i> ) coletado na Bacia de Campos (RJ) .....	37
Gráfico 2 – Absorbância de Cádmio (Cd) no fígado e músculo de atum ( <i>K. pelamis</i> ) coletado na Bacia de Campos (RJ).....	37
Gráfico 3 – Concentração total de Cádmio (Cd) no fígado e músculo das espécies de atum coletados em Barra, litoral do Rio de Janeiro.....	37
Gráfico 4 – Absorbância de Cádmio (Cd) no fígado e músculo das espécies de atum coletados em Barra, litoral do Rio de Janeiro.....	38

**LISTA DE SIGLAS**

$\omega$ -3	Ômega 3
$\omega$ -6	Ômega 6
$\mu\text{g L}^{-1}$	microgramas por litro
$\mu\text{g.g}^{-1}$	microgramas por grama
$^{\circ}\text{C}$	grau Celsius
As	Arsênio
Cd	Cádmio
CPP	Concentrado Protéico de Peixe
Cu	Cobre
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
Fe	Ferro
Hg	Mercúrio
Kg	Quilograma
Mg	Magnésio
mg	miligrama
OMS	Organização Mundial de Saúde
Pb	Chumbo
ppm	Parte por milhão
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Peixe na Alimentação .....	14
1.2 Endoparasitas .....	15
1.3 Risco à Saúde .....	16
1.4 Vigilância Sanitária .....	18
2 JUSTIFICATIVA .....	20
3 OBJETIVO.....	21
4 MÉTODOS .....	22
4.1 Materiais e Métodos.....	22
4.2 Obtenção, Transporte e Coleta das Amostras.....	23
4.2.1 Preparo Das Amostras.....	27
5 MÉTODOS INSTRUMENTAIS PARA DETERMINAÇÃO DE METAIS .....	28
5.1 Espectrometria Atômica.....	28
5.2 Espectrometria De Absorção Atômica .....	28
5.3 Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (FG-AAS) Técnica utilizada para Análise de Cádmio (Cd) no músculo .....	30
6 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	32
6.1 Limpeza Da Vidraria .....	32
6.2 Materiais e Reagentes .....	32
6.2.1 Vidrarias e Outros Materiais Utilizados nas Análises .....	32
6.3 Equipamentos e acessórios:.....	33
6.3.1 Reagentes.....	33
6.4 Preparo das Soluções.....	34
6.4.1 Reagentes.....	34
6.4.2 Padrões.....	34
6.4.2.1 Soluções Estoque:.....	34
6.4.2.2 Solução Intermediária.....	34
6.4.2.3 Soluções para Confecção da Curva Analítica: .....	34
6.5 Apresentação dos resultados .....	35
7 RESULTADOS .....	36
BIBLIOGRAFIA .....	40
ANEXO 1 - PESCA ARTESANAL .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de pesca na alimentação humana ocorre desde os tempos mais remotos na história da humanidade, não só como fonte de alimento, mas também como modo de vida.

No ano de 2003 segundo os últimos dados fornecidos pela Organização das nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2006), foram capturados cerca de 130 mil toneladas de atuns (*Thunnus sp.*). Enquanto isso, a demanda mundial continua a crescer em ritmo acelerado, em decorrência do aumento populacional e da procura por alimentos com baixos teores de gordura e colesterol.

No Brasil, a comercialização e consumo de peixes como o atum é bastante elevado. Segundo o sub-comitê Científicos de Atuns e Afins, subordinado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, a captura no ano de 2004 de *Thunnus albacares* foi cerca de 6,9 milhões de kg (MERCADO DA PESCA, 2006).

Embora de grande valor econômico, pescado como atum Scombridae (Actinopterygii) teleósteo marinho capturado e comercializado ao longo do nosso litoral é ainda, pouco estudado sob ponto de vista higiênico-sanitário relacionado ao risco toxicológico à saúde humana e ao meio ambiente. Os peixes podem tornar-se um risco a saúde, causando diversas enfermidades de origem biológica, como zoonose parasitária e química.

### 1.1 Peixe na Alimentação

O pescado faz parte de a dieta alimentar e representa, em alguns países, a principal fonte de proteínas de origem animal. O consumo do pescado tem aumentado com relação à carne bovina, em função de baixo teor de gorduras saturadas, alta concentração em gorduras insaturadas como ácidos graxos da série ômega 3 ( $\omega$ -3) e ômega 6 ( $\omega$ -6) com elevada digestibilidade, (FERRETTI, *et.al.*, 1994).

Estudos epidemiológicos têm documentado uma relação (dose-resposta) entre a ingestão de alimentos do mar, e a redução da mortalidade por doenças cardíacas coronarianas, as quais podem ser prevenidas mesmo com baixa

ingestão de peixe (uma a duas vezes por semana, equivalente a 30 g/dia). Vários estudos relataram, que o consumo de peixes oleosos frescos ou congelados é a melhor maneira de proteger o coração (HUSS, 1997), quando associados a hábitos de vida saudável.

## 1.2 Endoparasitas

O consumo do pescado pode tornar-se um risco a saúde, causando diversas enfermidades, tanto de origem biológica, quanto química.

Embora existam vários parasitas zoonóticos em peixes, no Brasil podemos dar um destaque maior aos nematódeos da família *Anisakidae*, ao trematódeo digenético *Phagicola longa* e ao cestódeo *Difilobothrium sp.*

Dentre os anisacídeos, apenas alguns gêneros possuem importância zoonótica, como *Anisakis spp.* e o *Pseudoterranova*. Estes parasitas estão presentes nos peixes do mundo inteiro. Segundo Thomas Schwars, da *Food and Drug Administration* (FDA), calcula-se que no mundo todo, 30 milhões de pessoas estejam infectados por estes parasitas.

As larvas de nematóides *anisakídeos* que infestam peixes podem originar uma parasitose humana: a *anisakiase*, causada pela ingestão acidental de nematoides da família *Anisakidae*, presentes em peixes ou lulas consumidos crus ou impropriamente preparados. Estes parasitos foram descritos pela primeira vez em (VAN THIEL, 1960).

O homem pode se infectar com alimentos preparados com peixes ou lulas como sushi, sashimi, ceviche ou mal cozidos.

As larvas infestantes penetram na mucosa e submucosa do trato gastrointestinal produzindo lesões caracterizadas por uma acentuada resposta inflamatória. Os vermes adultos são encontrados no estômago de mamíferos marinhos. Os ovos são eliminados pelas fêmeas e disseminadas junto com as fezes no oceano. O primeiro estágio larvar se desenvolve dentro do ovo e o segundo estágio larvar abandona a casca do ovo e serve de alimento ao primeiro hospedeiro intermediário, representado por pequenos crustáceos, que são ingeridos por peixes ou lulas que se tornam infectados pelas larvas do 3 estágio. O ciclo biológico se completa quando os mamíferos marinhos se alimentam dos peixes ou lulas infectados. O homem é hospedeiro acidental.

No Brasil ainda não existe referência oficial sobre ocorrência desses parasitos no homem.

A patologia causada pela ingestão acidental pelo consumo de peixes crus ou mal cozido parasitado com larvas de *anisakis* provoca enfermidades alérgicas, caracterizadas principalmente por urticária aguda generalizada e inchações (angiodema) podendo chegar ao choque anafilático (LÓPES SERRANO *et.al*, 2000). Os sintomas aparecem normalmente entre as 4 e 72 horas após a ingestão do pescado parasitado.

Deve-se destacar também trematoda *Phagicola longa*, possuindo grande importância para Saúde Pública, responsável pela infestação de tainhas, paratis e paratis-perna e sendo o homem agente causal de quadros diarreicos, dores abdominais e emagrecimento. Em 1990, foi relatado caso de infecção por *Phagicola longa*, em Cananéia/SP (CHIEFFI, *et al*, 1992).

As toxinfecções alimentares, bem conhecidas são causadas por bactérias e certas toxinas, as quais podem estar presentes em alimentos manipulados e/ou conservados erroneamente. No Brasil, devido ao aumento crescente do consumo de pratos contendo peixes crus, dentre os quais o sushi e sashimi estão levando as autoridades de Saúde Pública e os pesquisadores a dar uma atenção especial a essa tendência do consumidor, de não cozinhar ou cozinhar pouco, os alimentos para melhor preservar seus nutrientes (OKUMURA, *et al* 1999).

### 1.3 Risco à Saúde

A literatura tem registrado ao longo dos anos um aumento dos níveis de poluição nos sistemas aquáticos e sua influência na biota. Alguns metais, em pequenas concentrações, são necessários nos processos metabólicos individuais, sendo assimilados pelos organismos marinhos. Contudo, sua capacidade de formar complexos com substâncias orgânicas pode alcançar concentrações até 1000 (mil) vezes maiores que sua assimilação e fixação em tecidos, tornando-se tóxicos para os organismos. Os efeitos desses poluentes podem ser letais ou sub-letais para todos os componentes da biota, tais como fitoplancton, zooplancton, bentons, peixes, pássaros e inclusive em humanos (LIMA JUNIOR *et al.*, 2002).



A situação de metais pesados na baía de Guanabara (RJ) não deve ser negligenciada. De acordo com estudos realizados na região, os principais metais como cromo (Cr), oriundo da indústria química e de eletrodeposição (PFEIFFER, 1980; PFEIFER *et al.*, 1985), o chumbo (Pb) e o cobre (Cu) da indústria química e petroquímica (FEEMA, 1980; LACERDA, 1982) e o mercúrio (Hg) (SADEECK e MOSCA, 1980; BARROCAS, 1994).

Como descrito pela FEEMA no relatório final do LEVANTAMENTO DE METAIS PESADOS NA BAÍA DE GUANABARA, o Rio São João de Meriti mostra-se bastante poluído com relação à presença de metais como o ferro (Fe), níquel (Ni), o chumbo (Pb) e o cádmio (Cd).

Metais como ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn) são essenciais no metabolismo biológico, enquanto que mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) não são essenciais, portanto, são tóxicos, mesmo em níveis de traço. Os metais essenciais podem também produzir efeitos tóxicos quando em concentrações elevadas (TÜZEN, 2003).

Dentre os poluentes químicos, o mercúrio assume relevância em Saúde Pública, por ser um metal pesado de efeito cumulativo para o homem (LEDERLE, 1991). Nos casos graves, provoca dificuldade de locomoção, perda de cabelo e cegueira, sendo geralmente eliminado nas águas pelos efluentes industriais.

As concentrações de cádmio nos alimentos são, em ordem decrescente, maiores nos vegetais, depois em carnes e vegetais e, finalmente, nos ovos e produtos lácteos (MATA L., *et al.*, 1995), (SHERLOCK, JC, 1984).

Análises dos músculos e fígados dos peixes foram realizadas para investigar possíveis transferências de metais pesados para a população humana via consumo alimentar, e são utilizados para determinar acumulações recentes dos metais, enquanto que as análises das gônadas são importantes para o conhecimento da possível transferência e/ou influência dos metais nos processos reprodutivos e também no consumo humano (LIMA JUNIOR *et al.*, 2002).

A poluição química no pescado está diretamente relacionada à poluição ambiental, gerada pelo processo de industrialização, esta ocasiona um aumento da exposição do homem aos metais pesados e outros contaminantes a partir do consumo do pescado, sendo este o principal veículo ao homem a

esse metal. A preocupação mundial vem aumentando com possíveis riscos à saúde humana associados à exposição como o cádmio (Cd), que é um metal pesado que produz efeitos tóxicos nos organismos vivos, mesmo em concentrações muito pequenas.

O cádmio absorvido pelo homem via alimentos ou água ou inalado sob forma gasosa pode concentrar-se em vários órgãos como fígado, rins (ELINDER, GG., et .al., 1983) intestinos (GROTEN, JP., et., al.,1994) ossos (UEMURA, T. 2000) pele e testículos, comprometendo o perfeito funcionamento dos mesmos.

Inalações metálicas de cádmio podem ocasionar manifestações respiratórias como tosse e focos bronco pneumônicos secundários aos envenenamentos agudos, diferentes da toxicidade crônica originada a partir do acúmulo de cádmio no corpo humano.

Estudos indicaram uma relação entre os níveis de chumbo (Pb) e cádmio (Cd) no sangue e o estudo nutricional de crianças entre 1 a 9 anos Bahia, Brasil, (CARVALHO,F.M. 1987). Os níveis estavam extremamente elevado sendo este um dos poucos trabalhos relacionados à absorção de cádmio e desnutrição em crianças.

#### 1.4 Vigilância Sanitária

De acordo com a Legislação da Anvisa nº 685, de 27 de agosto de 1998, que estabelecem limites para peixe em Arsênio = 1,0 mg/kg; Cádmio = 1,0 mg/Kg e Chumbo = 2,0 mg/Kg.

A Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabeleceu que os níveis máximos contaminantes químicos em alimentos com relação ao (Cd) em peixes e produtos de peixes é de 1,0 mg/Kg.

Segundo (TRINDADE, R.N.R., et .al, 2002), a Organização Mundial e Saúde estabelece que a dose ingerida tolerada de cádmio não deva ser superior a 500 mg de cádmio por semana. Moluscos e crustáceos apresentam níveis considerados elevados de cádmio (acima de 1,0 mg/kg), mesmo quando procedentes de águas onsideradas não poluídas por metais pesados. Outros alimentos podem apresentar níveis elevados de cádmio como cogumelos e

vísceras de animais como fígado e rins, estas muito utilizadas na alimentação do homem (SHERLOCK, JC, 1984).

No Brasil existem poucos dados quanto a sua presença em alimentos de uma maneira geral e, em peixes.

A poluição aquática por metais pesados tem sido considerada como uma das formas mais nocivas da poluição ambiental, uma vez que estes metais não são degradáveis e tendem a acumular-se em organismos vivos cujas conseqüências poderão ir, desde a dizimação da biota, até à intoxicação e envenenamento dos seres vivos. Existem poucas informações sobre a distribuição deste metal no organismo de peixes (FARIA, 2003).

O cádmio (Cd) é um metal muito próximo ao chumbo (Pb) e ao mercúrio (Hg) como fonte de preocupações toxicológicas. Ocorre na natureza associada ao zinco (Zn) ou ao chumbo (Pb) e os métodos de extração e processamento destes metais freqüentemente levam a contaminação do meio ambiente com o elemento cádmio (Cd).

## 2 JUSTIFICATIVA

O cádmio (Cd) é um metal pesado que esteja presente na maioria dos ambientes contaminados com metais em decorrência da atividade industrial. “Além disso” o cádmio é citado por vários autores como o possível fator de facilitação para a cancerização de células gástricas e recentemente (FAWL, *et.al.*,1993) observaram a reativação do vírus do herpes pelo aumento dos níveis de cádmio (Cd) no sangue de cobaias. Assim este trabalho justifica-se por os peixes, serem a principal fonte de cádmio (Cd) para o homem.

### 3 OBJETIVO

Nesse estudo, teve-se o objetivo de verificar a cinética de cádmio (Cd) em órgãos, tecido muscular e fígado, das três espécies de peixes marinhos predadores com alto valor comercial, identificando as partes que acumulam maior concentração deste metal em: Scombridae (Actinopterygii), Bonito-barriga-listada (*Katsuwonus pelamis* – Linnaeus, 1758); *Albacora* (*Thunnus albacares*- Bonnaterre, 1788); *Patudo* (*Thunnus obesus* – Lowe, 1839) coletados em várias localizações do litoral do Estado do Rio de Janeiro.

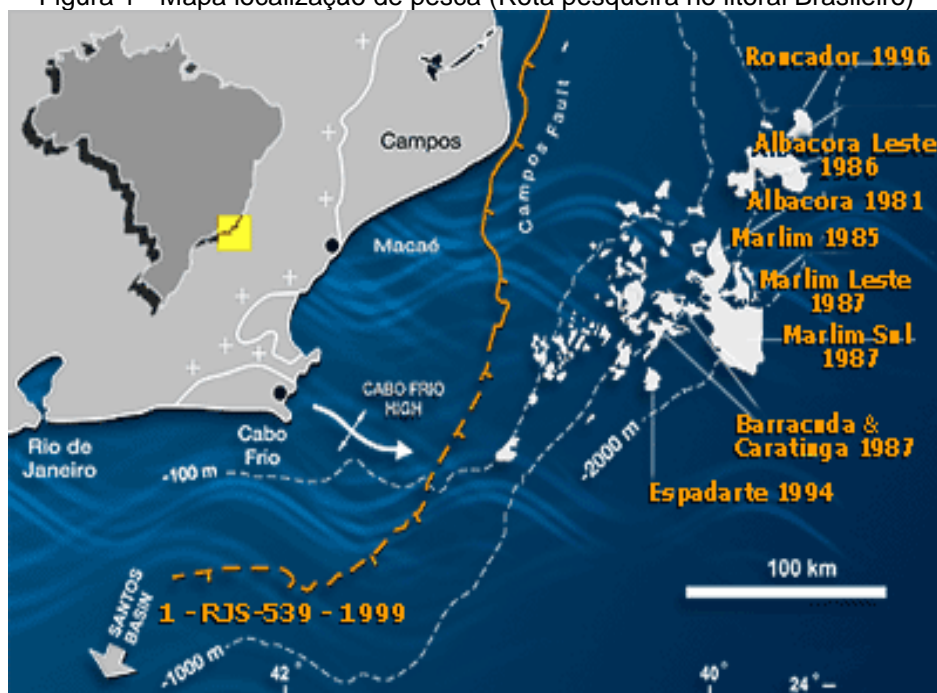
.Este estudo tem como objetivo contribuir com a comunidade científica informando dados importantes sobre o cádmio (Cd) no organismo dessas espécies fornecendo dados para as autoridades responsáveis na avaliação da existência de possíveis fontes de contaminação com cádmio (Cd) para os animais e o homem, e atuando como referência nacional para as questões científicas e tecnológicas ao controle da qualidade de produtos, ambientes e serviços vinculados à Vigilância Sanitária.

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Materiais e Métodos

A coleta de peixes foi realizada nas embarcações na Ilha da Conceição em Niterói. Os atuns foram capturados no Litoral do Rio de Janeiro na Bacia de Campos, próxima plataforma de petróleo, em Barra do Rio de Janeiro, Leste de Cabo Frio e Sul de Ilha Grande. Três espécies de peixes marinhos predadores de grande consumo e elevado valor comercial, importante na indústria da pesca, o atum albacora (*Thunnus albacares*, Bonaterre, 1788), patudo (*Thunnus obesus*, Lowe, 1839), bonito-barriga-listrada (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus, 1758) do qual foram estudados alguns exemplares.

Figura 1 - Mapa localização de pesca (Rota pesqueira no litoral Brasileiro)



Fonte: Petrobras

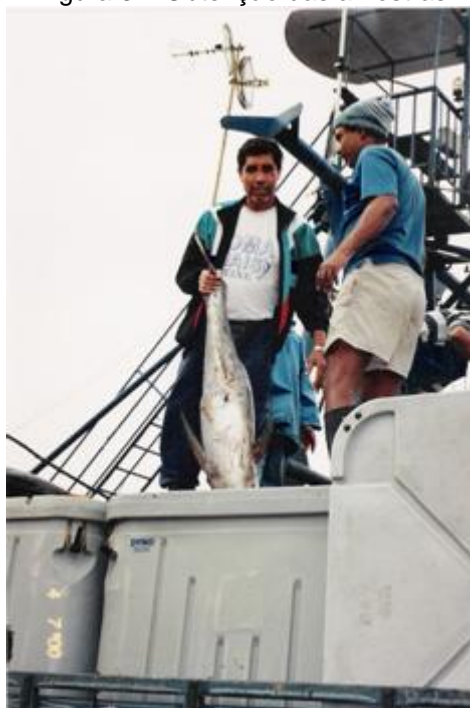
## 4.2 Obtenção, Transporte e Coleta das Amostras.

Figura 2 – Transporte



Fonte: Realizado pela autora da pesquisa

Figura 3 – Obtenção das amostras



Fonte: Realizado pela autora da pesquisa

Figura 4 – Obtenção



Fonte: Realizado pela autora da pesquisa

Figura 5 – Coleta das Amostras



Fonte: Realizado pela autora da pesquisa



Figura 6 – Biometria do atum



Fonte: Realizado pela autora da pesquisa

Figura 7 - Barco atuneiro, eviscerando os peixes em alto mar



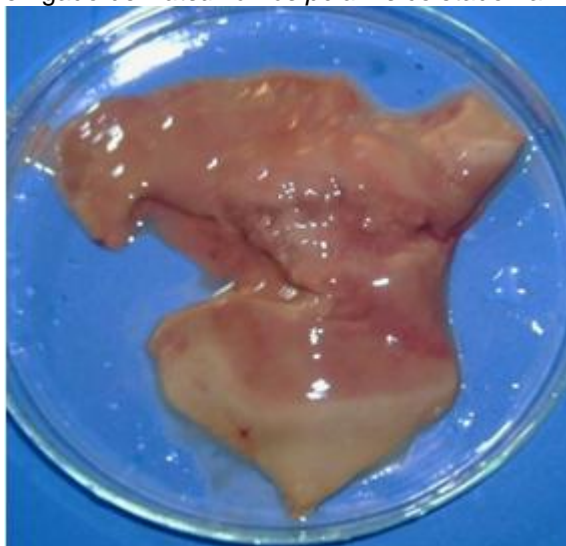
Fonte: Barsa Planeta Internacional

Os exemplares dos peixes analisados foram adquiridos inteiros, nas embarcações de pesca de onde descarregam para os mercados e indústrias. Os exemplares são colocados em sacos plásticos e identificados com nome da espécie, data, coleta e local da captura.

A seguir acondicionados em isopor com gelos; encaminhados para o laboratório de processamento de pescado da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense.

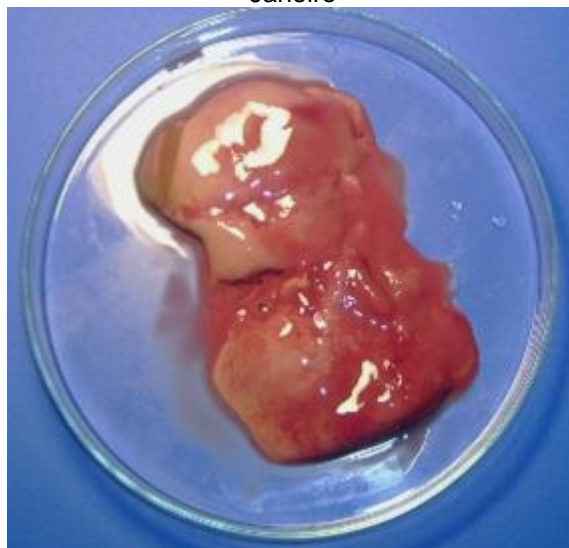
Amostra dos fígados de *Katsuwonus pelamis* coletado na Bacia de Campos, conforme mostrado na figura 8 e no litoral Rio de Janeiro, conforme mostrado na figura 9.

Figura 8 - Amostra de fígado de *Katsuwomos pelamis* coletado na Bacia de Campos (RJ)



Fonte: Laboratório de processamento de pescado da Faculdade de Veterinária da UFF

Figura 9 - Amostra de fígado de *Katsuwomos pelamis* coletado em Barra, litoral do Rio de Janeiro



Fonte: Laboratório de processamento de pescado da Faculdade de Veterinária da UFF

A Figura 8 e Figura 9, fígado de *Katsuwomos pelamis*, encontram-se em estado edematoso, provável consequência da contaminação com metal pesado.

#### 4.2.1 Preparo Das Amostras

Os exemplares são identificados com nome das espécies, data de coleta e local de captura. São mensurados com auxílio de régua e pesados em balança de precisão. Posteriormente realizada a evisceração para separação dos órgãos, tecido muscular. O fígado e músculo foram pesados individualmente e acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados e estocados em freezer comercial a  $-25^{\circ}\text{C}$ . A seguir encaminhados para o laboratório Contaminantes Inorgânicos do INCQS.

- Analisado na primeira Figura 8, exemplar, de *Katsuwonus pelamis*, bonito-barriga-listrada, coletado em Bacia de Campos.
- Analisado na Figura 9 três exemplares, 1- *Thunnus obesus*, 1- *Katsuwonus pelamis* e 1- *Thunnus albacares* coletados em Barra do Rio de Janeiro.
- Analisado na terceira coleta cinco exemplares, 3- *Katsuwonus pelamis*, 1- *Thunnus obesus* e 1- *Thunnus albacares* coletados em Sul de Ilha Grande.

## 5 MÉTODOS INSTRUMENTAIS PARA DETERMINAÇÃO DE METAIS

### 5.1 Espectrometria Atômica

A espectrometria atômica é a técnica mais usual para determinação de metais. Essa técnica envolve radiação eletromagnética que pode ser absorvida e/ou emitida pelos átomos da amostra, sendo baseada na quantificação de espectros de linhas finas, bem definida, que surgem da transição eletrônica dos elétrons da camada mais externa do átomo. A amostra a ser analisada é decomposta por intenso calor em nuvens de gases, produzindo átomos livres capazes de absorver, emitir ou florescer em comprimentos de ondas característicos, produzindo espectros atômicos.

Cada elemento tem seu conjunto de níveis de energia característico e, portanto, o seu conjunto único de espectros de absorção e emissão. A região ultravioleta/visível do espectro eletromagnético é a região mais usada na espectrometria atômica (SKOOG, 1998).

Em função do fenômeno ocorrido, pode-se classificar a espectrometria atômica em três tipos de técnicas diferentes, que são a espectrometria de absorção atômica, a espectrometria de emissão atômica e a espectrometria de fluorescência atômica. Neste trabalho foi utilizada a técnica de espectrometria de absorção atômica.

### 5.2 Espectrometria De Absorção Atômica

Nessa técnica, o átomo no estado fundamental absorve energia luminosa de uma fonte de radiação que emite um comprimento de onda específico para cada elemento a ser determinado. Essa fonte emite exatamente nos comprimentos de ondas que podem ser absorvidos pelo analito, sendo assim o monocromador não precisa ser de alta resolução, pois a largura da linha que vai ser absorvida é definida pela fonte, e não pelo monocromador. O fato de ser realizada a análise em uma linha bem definida confere ao método uma grande seletividade.

A fonte de radiação que é usada para excitar os átomos pode ser lâmpada de cátodo oco (LCO) ou lâmpada de descarga sem eletrodos (EDL). Neste trabalho, foi utilizada uma lâmpada de descarga sem eletrodos.

As lâmpadas de descarga sem eletrodo produzem espectros intensos de linhas estreitas, com pouca auto-absorção. A EDL é geralmente construída com um bulbo de quartzo ou vidro, dependendo da região espectral desejada, que tem cerca de 3 a 5 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro. O elemento, ou um sal do elemento de interesse é colocado no interior do bulbo, junto com um gás inerte à baixa pressão. Quando a lâmpada é colocada em um campo de frequência de rádio, ocorre a excitação do metal. A energia vaporiza ou excita o átomo dentro do bulbo e causa a emissão do espectro característico do elemento.

As lâmpadas de descarga sem eletrodo (EDL) são, tipicamente, muito mais intensas, e podem ser de várias ordens de grandeza maior do que as lâmpadas usuais de cátodo oco. Esse fato não leva a um aumento proporcional da sensibilidade, mas a razão sinal/ruído pode ser melhorada, levando a uma maior precisão e melhor limite de detecção. As EDL são, porém, de grande vantagem para o trabalho abaixo de 200 nm que é o caso do elemento cádmio, cujo comprimento de onda é de 193,7 nm. Nesta faixa, são maiores as perdas de intensidade da fonte de radiação pela absorção do ar, chama e ótica do aparelho. Além disso, as EDL possuem uma melhor precisão, um nível mais baixo de detecção e o tempo de meia vida maior, para um mesmo elemento, comparados com as lâmpadas de cátodo oco. As EDL são usadas para uma ampla variedade de elementos, como antimônio (Sb), arsênio (As), bismuto (Bi), cádmio (Cd), germânio (Ge), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), fósforo (P), potássio (K), rubídio (Rb), selênio (Se), estanho (Sn) e zinco (Zn).

No processo de absorção atômica a fonte de luz emite um comprimento de onda específico que é absorvido pelos átomos da amostra no estado fundamental. Essa absorção é proporcional à concentração dos átomos livres, desse elemento, presentes no caminho ótico, obedecendo à lei de Lambert-Beer. O comprimento de onda é, então, isolado pelo monocromador que impede que outras linhas, que não a de interesse, alcance o detector. Do monocromador, a linha isolada vai direto para o detector que serve de “olhos” do instrumento. Este é, normalmente, um tubo fotomultiplicador, o qual produz

uma corrente elétrica dependente da intensidade da luz. A corrente elétrica, no fotomultiplicador, é amplificada e processada pelo instrumento eletrônico. Este produz um sinal que é a medida da luz que ocorre na célula onde se encontra a amostra. Este sinal é, então, processado produzindo uma leitura que vai ser convertida, pelo instrumento, em unidades de concentração a serem estudadas (BEATY, 1993).

### 5.3 Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (FG-AAS) Técnica utilizada para Análise de Cádmio (Cd) no músculo

Na técnica de GFAAS, a célula de absorção tem como função converter a amostra em átomos no eixo ótico do sistema de Absorção Atômico. Para isso deve-se estudar um programa de temperaturas para três etapas distintas: a secagem, em torno do ponto de ebulição do solvente; a pirólise, que é usada para destruir a matriz sem perder o elemento a ser determinado e que, portanto, depende da matriz e do elemento; e a atomização.

Além disso, para se obter uma boa análise usando o forno de grafite, devem-se obedecer às condições *Stabilized Temperature Platform Furnace* (STPF) que consistem em:

- Usar uma plataforma de L'vov onde se consegue um ambiente isotérmico, diminuindo as chances de recombinação do analito;
- Alta velocidade de aquecimento na etapa de atomização;
- Interrupção do gás interno durante a atomização;
- Absorbância integrada onde a leitura é realizada por área sendo proporcional ao número de átomos no campo ótico;
- Uso de modificadores químicos cujo objetivo é atingir temperaturas mais elevadas na etapa de pirólise sem que ocorra perda do analito, diminuindo, assim, as chances de interferências na fase de atomização.

Embora, esta técnica seja bastante confiável, ela sofre interferências que são classificadas em:

- **Interferências Espectrais** - ocorrem quando a linha analítica emitida pela fonte é absorvida por outra espécie que não o analito ou quando

uma radiação, que não aquela emitida pela fonte primária, alcança o monocromador e não pode ser compensada. Como exemplos deste tipo de interferência, temos a ocorrência da sobreposição de linhas atômicas e o espalhamento por partículas. Para contornar estes problemas usa-se um programa adequado de temperaturas e um corretor de fundo tipo Zeeman.

- **Interferências Não Espectrais** – ocorrem quando há alteração no número de átomos capazes de absorver. Para contornar esta interferência aplica-se a técnica de adição padrão que consiste em deixar padrões e amostras no mesmo ambiente químico (WELZ, 1999).

Mesmo apresentando interferências, como as que foram listadas acima, mas que podem, facilmente, serem corrigidas, a técnica de Absorção Atômica com Forno de Grafite foi à escolhida para a detecção de cádmio em amostras de músculo de peixes.

## 6 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a análise dos alimentos procedeu-se conforme descrito no POP n° 653120016 -INCQS “Determinação de cádmio (Cd) em alimentos por Espectrometria de Absorção Atômica com Geração de Hidretos”. Foram pesados, exatamente, 1 a 3g da amostra, em cadinho de porcelana em triplicata e adicionados 5mL de  $\text{HNO}_3$  p.a e 5mL de  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Após, as amostras foram colocadas na chapa de aquecimento para secar e levadas para a mufla onde a temperatura foi aumentada, lentamente, de  $50^\circ\text{C}$  em  $50^\circ\text{C}$  até  $450^\circ\text{C}$  e calcinadas por três horas. Deixou-se, então, esfriar as cinzas e adicionou-se 5ml de  $\text{HNO}_3$  (10%) tendo-se, então, transferido as amostras, para um balão volumétrico de 25mL e completado o volume com água deionizada. Todas as amostras foram processadas da mesma maneira. As análises foram feitas no Laboratório de Contaminantes Inorgânicos no INCQS.

### 6.1 Limpeza Da Vidraria

Toda vidraria e todo material utilizado, durante as análises, foram deixados imersos durante 24 horas em ácido nítrico a 30%; posteriormente, o material foi enxaguado, exaustivamente, com água deionizada. Após o processo de lavagem, o material foi deixado secar a temperatura ambiente. Esse procedimento de limpeza é adotado ao laboratório para limpeza dos materiais na sua rotina diária.

### 6.2 Materiais e Reagentes

#### 6.2.1 Vidrarias e Outros Materiais Utilizados nas Análises

- Cadinho – 50ml;
- Balões volumétricos: 25/100 mL;
- Pipetas volumétricas
- Chapa de aquecimento



### 6.3 Equipamentos e acessórios:

- Espectrômetro de absorção Atômica com Forno de Grafite – SIMAA 6000 – Perkin Elmer com amostrador automático AS-72;
- Lâmpada de descarga sem eletrodo (EDL)
- Balança Analítica marca Mettler, modelo Ag 285 com leitura em 5 casas decimais.
- Mufla com controle de temperatura.

#### **Aparelho:**

Espectrômetro de Absorção Atômica com Chama, modelo A Analyst 400, da marca Perkin Elmer.

#### 6.3.1 Reagentes

Foi usada água ultra pura, deionizada em sistema de purificação Milli-Q (Millipore), para preparar todas as amostras, soluções padrões e soluções dos reagentes.

Todos os reagentes foram utilizados dentro dos respectivos prazos de validade e foram fornecidos pela Merck e Vetec e são os seguintes:

- Ácido Nítrico 65% suprapur<sup>®</sup> Merck - ref. 1004410250;
- Nitrato de Magnésio Hexahidratado p.a Merck - ref. A 116353;
- Nitrato de Paládio suprapur<sup>®</sup> - Merck - modificador - ref 1072890050;
- Nitrato de Magnésio suprapur<sup>®</sup> - Merck - modificador - ref. 1058130050;
- Solução estoque padrão de Cádmio:
- Padrão Titrisol contendo 1000mg L-1 de CdCl<sub>2</sub> em HNO<sub>3</sub> de 0,5mol L-1, da Merck.
- Padrões Nists - Trace element in water – 1640
- Material de Referência: Oyster Tissue 1566b, do NIST.

## 6.4 Preparo das Soluções

### 6.4.1 Reagentes

- Solução adjuvante de nitrato de magnésio hexahidratado (concentração de Mg de  $30000\text{mg L}^{-1}$ ) - obtida, pesando-se 31,7467g de  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e dissolvido em 100mL de água deionizada e transferida para um balão de 1000mL, tendo-se completado o volume com água deionizada .
- Solução de ácido nítrico 10% - obtida, retirando-se 11mL de uma solução de  $\text{HNO}_3$  concentrado e transferindo-se para um balão volumétrico de 100mL o volume foi completado com água deionizada.

### 6.4.2 Padrões

#### 6.4.2.1 Soluções Estoque:

- Cádmiio (Cd) Solução estoque de cádmio foi obtida através da compra de um padrão Titrisol da Merck contendo  $1000\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{CdCl}_2$  em  $\text{HNO}_3$  de  $0,5\text{mol L}^{-1}$ .

#### 6.4.2.2 Solução Intermediária

A partir da solução estoque, preparou-se por diluição, a solução intermediária de  $1\text{mg L}^{-1}$ .

#### 6.4.2.3 Soluções para Confecção da Curva Analítica:

Com a solução intermediária de  $1\text{mgL}^{-1}$  foram preparados, através de diluições, os padrões de cádmio (Cd) para o estudo da linearidade do equipamento. Foram selecionados cinco padrões de calibração para o equipamento, sendo estes, utilizados para a confecção da curva analítica durante todo o procedimento.

## 6.5 Apresentação dos resultados

A representação dos resultados encontrados foi baseada no POP nº 651120035 – INCQS “Avaliação da Precisão e Expressão de análises”. Para cada amostra analisada, foi calculado o intervalo de confiança através da equação 6.2 que estabelece a região provável que o valor verdadeiro se encontre.

Primeiramente foi calculado o ESM através da equação 6.1 e o valor encontrado multiplicado por t de Student para 0,95 ( $\alpha = 0,05$ ) conforme convenção em Química Analítica.

$$ESM = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{equação 6.1}$$

Onde:

$ESM$  = Erro sobre a média;

s = desvio padrão;

$\sqrt{n}$  = número de determinações;

$$I.C. = t \cdot ESM \quad \text{equação 6.2}$$

Onde :

I.C.= intervalo de confiança;

t = t Student;

ESM = Erro sobre a média;

Após os cálculos o resultado final deve ser expresso, como a média aritmética dos resultados obtidos pelas várias determinações executada na mesma amostra, mais ou menos o intervalo de confiança.

## 7 RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo serão apresentados por espécie estudada através de tabelas e figuras. Os atuns foram estudadas em função de sua importância comercial e seu hábito alimentar. Foram analisados 09 exemplares de atuns .

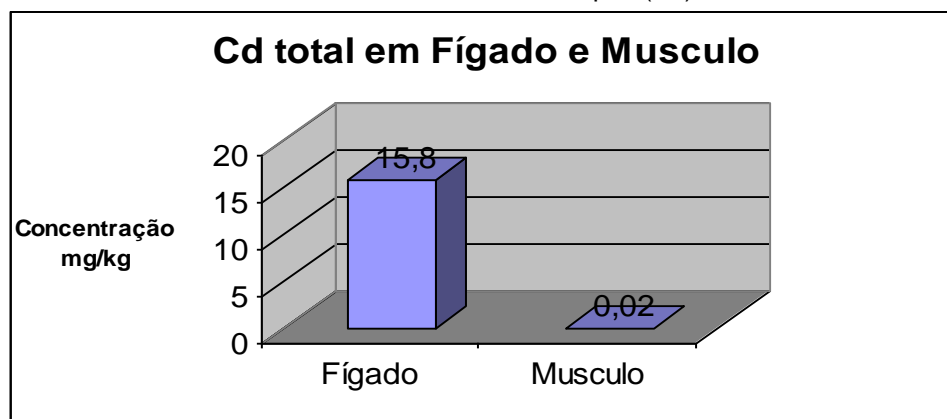
Os resultados sugerem mais estudos de monitoramentos em outras espécies em áreas diferentes, para que os dados obtidos possam ser utilizados pelas autoridades de preservação ambiental na proteção da saúde humana e qualidade dos alimentos. As amostras do fígado foram lidas no chama.

Tabela 1 – 9 exemplares de atuns analisados

Espécie	1	K.pelamis
Origem		Bacia de Campos
Sexo		Fêmea
Comprimento(cm)		65
Peso total (Kg)		4,3
Fígado		1 a 3g
Músculo		1 a 3g
Espécie	3	T.obesus, K.pelamis, T.albacares
Origem		Barra do Rio de Janeiro
Sexo		Fêmea
Comprimento(cm)		54-67
Peso total (kg)		3,600-4,800
Fígado		1 a 3g
Músculo		1 a 3g
Espécie	5	K.pelamis - 3, T.obesus - 1, T.albacares - 1
Origem		Sul de Ilha Grande
Sexo		macho
Comprimento(cm)		42-97
Peso total (kg)		1,800-10,325
Fígado		1 a 3g
Músculo		1 a 3g

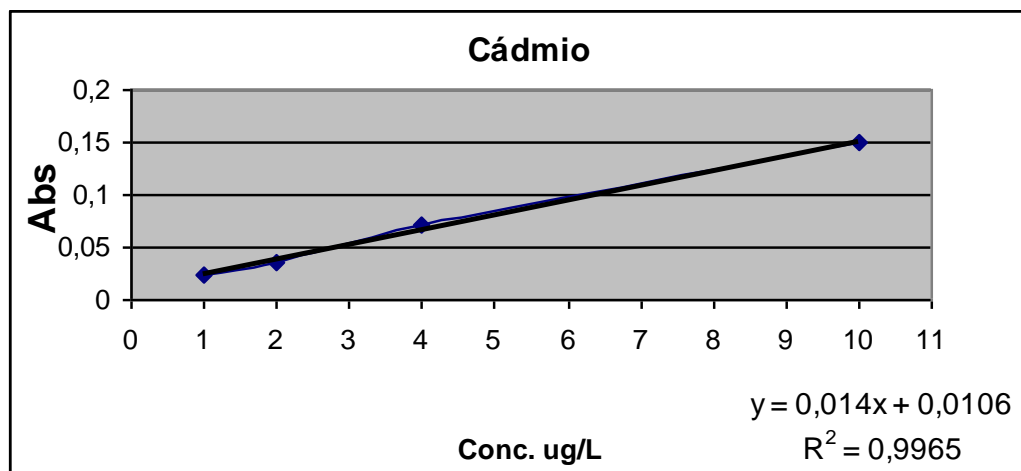
Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa

Gráfico 1 – Concentração total de cádmio (Cd) no fígado e músculo de atum (*K. pelamis*) coletado na Baía de Campos (RJ)



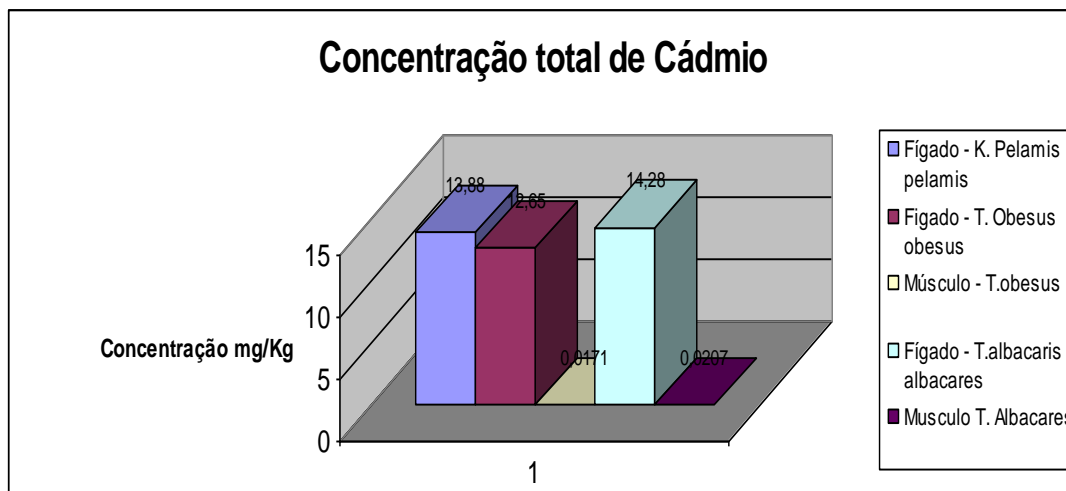
Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa

Gráfico 2 – Absorbância de Cádmio (Cd) no fígado e músculo de atum (*K. pelamis*) coletado na Baía de Campos (RJ)



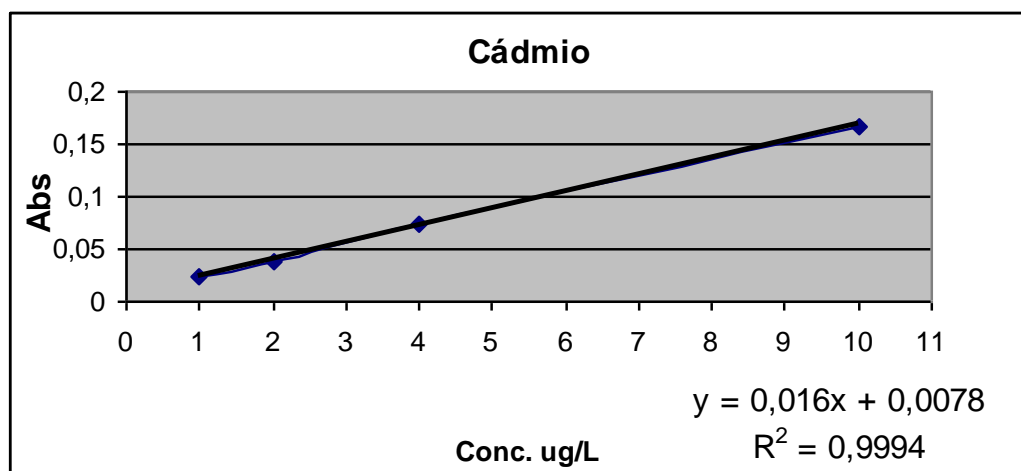
Fonte: Resultado do laboratório de Contaminantes Inorgânicos

Gráfico 3 – Concentração total de Cádmio (Cd) no fígado e músculo das espécies de atum coletados em Barra, litoral do Rio de Janeiro



Fonte: Elaborado pela autora da pesquisa

Gráfico 4 – Absorbância de Cádmio (Cd) no fígado e músculo das espécies de atum coletados em Barra, litoral do Rio de Janeiro



Fonte: Resultado do laboratório de Contaminantes Inorgânicos

As espécies de atum capturadas no litoral do Rio de Janeiro apresentaram uma alternância na predominância nas diferentes localizações estudadas deste litoral. Através do pool de resultados podemos observar que embora existam diferenças interespecíficas, entre os peixes capturados a concentração de cádmio (Cd) é maior no fígado que no músculo dos diferentes pescados analisados, não havendo porém uma diferença significativa nas concentrações que pudessem apontar maior nível de contaminação e/ou risco ambiental em uma ou outra região de coleta.

A alta concentração de cádmio (Cd) no fígado aponta para a função de detoxificação deste órgão semelhante ao que acontece com os outros grupos animais vertebrados de uma determinada forma também demonstra que a captação deste metal é feita por cisteíno proteases como ocorrido em mamífero o que pode corroborar para o desenvolvimento de uma ferramenta analítica para a triagem de pescado adequado para o consumo humano, ainda no entreposto (CHERNAIK e HUANG, 1991).

Uma vez que o cádmio (Cd) é um metal pesado presente em vários ambientes que estejam fadados a este tipo de poluição uma vez que é utilizado como catalisador em vários processos de produção metalúrgica. E sua importância em saúde pública está relacionada ao aparecimento de algumas síndromes clínicas do sistema gastrointestinal, incluindo-se a proliferação de neoplasias e metástase nestes sítios anatômicos.

Tendo ainda alguns trabalhos recentes que demonstram a ativação de genomas virais, como por exemplo, a HVS (Vírus da Herpes simples), e pro-oncogenes (Fawl and Roizman, 1993).

## BIBLIOGRAFIA

BARROCAS, P. R. G. **Geoquímica do mercúrio em sedimentos do Rio São João de meriti: sistema da baía de Guanabara, RJ.** Dissertação de Mestrado, UFF, Niterói. 98pp, 1994.

BEATY, R.D.; KERBER, J.D., 1993. Concepts, instrumentation and techniques in atomic absorption spectrophotometry. Nowalk, Ont.: Perkin Elmer Corporation.

BRASIL. **Vilância Sanitária do Ministério da Saúde.** Portaria n. 685 de 27 de agosto de 1998. Regulamento técnico. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, 28 de agosto de 1998. n 165, p 28 e 29. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/685\\_98.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/685_98.htm). Acesso em 17 jul. 2007.

CARVALHO, F. M., NETO, A. M. S., LIMA, M. E. C., TAVARES, T.M., AZARO, M.G.A., QUAGLIA, G.M.C. **Chumbo e Cádmiio no sangue e estado nutricional de crianças.** Bahia: Brasil, 1987.

CHERNAIK, L., HUANG, P. C. **Diferencial effect of cysteine-to-serine substitutions in metallothionein on cadmium resistance.** Proc. Natl. Acad. Sci. USA, vol. 88, pp. 3024-3028. Biochemistry, 1991.

CHIEFFI, P P.; GORLA, M. C. O.; TORRES, D. M. A. G. V.; DIAS, R. M. D. S.; MANGUINI, A. C. S.; MONTEIRO, A. V.; WOICE-CHOVSKI, E. Human infection by Phagicola sp. (Trematoda: Heterophyidae) in Cananéia, in the municipality of Registro, São Paulo State. Brazil, **Journal of Tropical Medicine And Hygiene**, 95(5): 346-348, 1992.

CODEX Alimentarius Commission FAO/WHO. **Definition of predatory species of fish to which the higher level of methyl mercury applies.** CX/FFP 94/15, 1994.

ELINDER, G. G., KJELLSTROM, T., LIND, B., LINMAN, L.; PISCATOR, M., SUNDSTEDT, K. Cadmium exposure from smoking cigarettes. Variations with time country where purchased. **Environ Res**, 32: 291-292, 1983.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Universal software for fishery statistical time series – **FISHSTAT Plus.** Total production 1950-2003. <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>. Acesso em: 17 jul. 2007.

FARIA, M. A. M. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. **Revista de Saúde Pública.** São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo v. 37, n. 1, fev. 2003.



FAWL, R.L., ROIZMAN, B, 1993. Induction of Reactivation of Herpes Simplex Virus in Murine Sensory ganglia In Vivo by cadmium. **Journal of Virology**, p. 7025-7031, 1993.

FERRETI, R.; DUARTE, R.A.; TERRA, N.L.; MORIGUCHI, Y., 1994. Aterosclerose e ácidos graxos ômega 3. **Acta Méd.**, Porto Alegre, 15: 557-74, 1994.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE (FEEMA). Levantamento de metais pesados no Estado do Rio de Janeiro. **Relatório Preliminar FEEMA**, Rio de Janeiro, 1980.

GROTEN, J. P.; BLANDEREN, P. J. Cadmium bioavailability and health risk in food. **Trends Food Sci Techon**; 5: 50-55, 1994.

HUSS, H. H, 1997. Garantia da qualidade dos produtos da pesca. **Organização das nações Unidas para Alimentação e a Agricultura – FAO**. Roma, 1997.

LACERDA, L. D. Heavy metal pollution in soli and plants of the Irajá river estuarine area in the Guanabara bay. **Rev. Brasil. Biol.**, 42 (1): 89-93, 1982.

LIMA JÚNIOR, R. G. S; ARAÚJO, F. G.; MAIA, M. F.; BRAZ PINTO, A. S. Evaluation of heavy metals in fish of Sepetiba and Ilha Grande Bays, Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Research Section**, v.89, p.171-179, 2002.

LÓPEZ SERRANO, M. C., ALONSO-GÓMEZ, A., MORENO-ANCILO, A., DSACHENER, A., SUÉREZ de Parga, J. **Anisakiasis gastro-alérgica: Hipérsensibilidade inmediata debida a parasitación por Anisakis simplex**, 2000.

MILLER, J. C., MILLER, J. N. **Statistics for Analytical Chemistry**, 2 ed. England: Ellis Harwood Limited, 1998.

OHTA, H., YAMAGUCHI, Y., NAKAKITA, M. et al. Relationship between renal dysfunction and bone metabolism disorder in male rats after long-term oral quantitative cadmium administration. **Ind Health**; 38(4): 339-355, 2000.

OKUMURA, M. M.; ALEXANDRINO DE PÉREZ, A. C.; ESPÍNDOLA FILHO, A. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado – revisão. **Revista de Educação Continuada do CRMV-SP**, v.2, 1999.

PFEIFFER, W. C. et. al. **Metais pesados no pescado da baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro**. São Paulo: Ciência e Cultura, 37(2): 297-302, 1985.

\_\_\_\_\_. Trânsito do cromo em ecossistemas aquáticos. *In*: Seminário Sobre Poluição. **Anais, SEMA**. Brasília, 1980.

SADEEK, A. H.; MOSCA, N. P. Concentration level of mercury in waters and sediments in the bay of Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *In: Congresso Brasileiro De Geologia*, 31, Anais, São Paulo, 1980.

SKOOG, D. A. **Principles of Instrumental Analysis**. 5. ed. Harcourt: Brace & co., 1998.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J.; NIEMAN, T.A. **Principles of Instrumental Analyses**. 5.ed. Orlando, Fla: Harcourt Brace College, 1992.

TÜZEN, M. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Food chemistry**, v.80, p. 119-123, 2003.

VAN THIEL, P. H. A Nematode Parasitic to Herring, Causing Acute Abdominal Syndromes in Man. **Trop. geogr. Med.**, 2: 97-113, 1960.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic absorption spectrometry**. 3.ed. New York: Wiley-VCH, 1999.

## Anexo 1 - PESCA ARTESANAL



