

Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul

Faculdade De Medicina Veterinária

Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias

**Mercúrio, Arsênio e Colimetria como indicadores biológicos, na
avaliação da qualidade do pescado artesanal do Lago Guaíba Porto
Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**

ROSELI DE OLIVEIRA MÖLLERKE

**Porto Alegre
Fevereiro 2002**

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de doutor no curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela Comissão formada pelos professores:

Prof. Dr. José Maria Wiest
Orientador e Presidente da Comissão

Profa. Dra. Vera Maria Ferrão Vargas
Membro da Comissão

Profa. Dra. Erna Vogt de Jong
Membro da Comissão

Prof. Dr. Plinho Francisco Hertz
Membro da Comissão

Porto Alegre, 27 de fevereiro de 2002

*Aos pescadores pelo seu trabalho, pela sua acolhida e participação
À vigilância epidemiológico-sanitária, como motivação*

AGRADECIMENTOS

À Deus pela oportunidade.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Maria Wiest que Ele enviou como instrumento para a realização deste trabalho.

À Profa. Dra. Isa Beatriz Noll, pelo estímulo e dedicação.

À Maria Aparecida do Espirito Santo, pela sua competência e amizade.

À Profa. Dra. Vera Beatriz Wald pela sua orientação nos trabalhos estatísticos.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Departamento de Ciências dos Alimentos, Setor de Microbiologia e Higiene de Alimentos, por tere disponibilizados seus laboratórios para as análises microbiológicas.

À equipe de pesquisa do Prof. Wiest, presente em todos os momentos.

Aos professores que contribuíram na minha qualificação, durante o curso de Doutorado.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	8
CAPÍTULO I	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 O ambiente, a sociedade e a cultura onde os fenômenos acontecem	13
2.2 O pescado artesanal como alimento: seus riscos e benefícios	19
2.2.1 Riscos por metais	20
2.2.1.1 Mercúrio	21
2.2.1.2 Arsênio	31
2.2.2 Riscos por bactérias	37
2.3 Exposição do Problema	45
2.4 Hipóteses	46
CAPÍTULO II	47
Níveis de Mercúrio em pescado artesanal do Lago Guaíba - <i>Leporinus obtusidens</i> (Piava) e <i>Pimelodus maculatus</i> (Pintado)	48
CAPÍTULO III	59
Níveis de Arsênio em pescado artesanal - <i>Leporinus obtusidens</i> (Piava) e <i>Pimelodus maculatus</i> (Pintado) do Lago Guaíba em Porto Alegre RS	Erro!
Indicador não definido.	
CAPÍTULO IV	69
Colimetrias como indicadores de qualidade de pescado artesanal do Lago Guaíba em porto Alegre, RS	70
CAPÍTULO V	81
5 DISCUSSÃO GERAL	82
5.1 O mercúrio	82
5.2 O arsênio	84
5.3 A colimetria	86
5.4 Conclusões E Recomendações	87
ANEXO A	90
ANEXO B.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

RESUMO

Foram utilizados metais pesados e colimétricas como indicadores biológicos, na avaliação da qualidade do pescado artesanal do Lago Guaíba, localizado junto à região metropolitana de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), visando oferecer subsídios para discussão da qualidade de vida dos pescadores artesanais, de suas famílias e dos consumidores deste pescado, bem como fundamentar decisões de políticas públicas. Exemplares de, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae) (Valenciennes, 1847) “Piava” (denominação local) e de *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae) (Lacépède, 1803), “Pintado” (denominação local), foram capturados por pescadores cooperativados, em três pontos do referido Lago a saber: Delta do Jacuí, Canal de Navegação e Lagoa. As amostras foram colhidas entre junho de 2000 a setembro de 2001. Foram avaliadas, quanto a presença de mercúrio, 27 exemplares de *Leporinus obtusidens* e 27 de *Pimelodus maculatus*. Os níveis de mercúrio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e, excetuando-se duas amostras de Piava, os níveis de mercúrio estavam abaixo de 0,5µg/g, limite tolerado pela legislação vigente no Brasil para peixes não predadores. A média encontrada nos Pintados (0,216 mg/kg) é significativamente maior ($p < 0.001$), quando comparada à das Piavas (0,094 mg/kg). Presume-se como hipótese o fato dos Pintados serem peixes de nível trófico elevado e as Piavas, por sua vez, de nível trófico baixo. Também foram avaliadas, quanto a presença de arsênio, 27 amostras de *Leporinus obtusidens* e 27 de *Pimelodus maculatus*. Os níveis de arsênio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os níveis encontrados estavam abaixo de 1,0 mg/kg, limite tolerado pela legislação vigente no Brasil para peixes e seus produtos. A média encontrada nos Pintados foi de 0,142 mg/kg e nas Piavas de 0,144 mg/kg. Na mesma ocasião, foram avaliadas quanto a presença de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli*, 43 amostras de *Leporinus obtusidens* e 43 de *Pimelodus maculatus*. Os níveis colimétricos totais e fecais foram determinados segundo Brasil. Ministério da Agricultura (1992), utilizando-se a técnica dos Números Mais Prováveis. A presença de *E. coli* foi confirmada pelo teste do Indol. A média dos coliformes fecais é significativamente maior nos Pintados quando comparado com as Piavas ($p = 0,043$).

Em relação a *E. coli* existe diferença significativa entre a Piava e o Pintado ($p=0,040$). O Pintado é significativamente mais contaminado que a Piava. Das Piavas analisadas 4,65 % estavam acima dos níveis permitidos pela legislação brasileira para coliformes fecais e dos Pintados, 11,62 % das amostras também estavam fora destes limites. Em 23,25 % das amostras de Piava e 44,18% de Pintados foi constatada a presença de *E. coli*. Não houve diferença nos resultados quanto aos pontos de captação do pescado. Os valores encontrados no presente trabalho indicam a necessidade de maior atenção às boas práticas de higiene desde a captura, manipulação e processamento do pescado, preservando-se o ambiente e as condições sociais, culturais e mesmo artesanais envolvidas.

Palavras chave: pescado artesanal, metais pesados, mercúrio, arsênio, colimetria, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, Piava, Pintado, Lago Guaíba.

ABSTRACT

Looking for the artlessly captured fish quality from Guaíba Lake, located nearby Porto Alegre city, the capital of Rio Grande do Sul, the southern state of Brazil, heavy metals and colimetric index were utilized as biological indicator, which can be used for the discussion about life quality of fishermen, their family and fish consumers and to provide data that can be used as a support for political public resolutions. 27 samples of *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) “Piava” (local denomination) and 27 of *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803) “Pintado” (local denomination) were analyzed for the presence of mercury and arsenic, following the official methodology recommended by the Brazilian Ministry of Agriculture. The Mercury level was assayed by atomic spectrophotometric absorption. Mercury levels found in 96,3 % samples were below the limit of 0,5 mg/kg established by Brazilian legislation for non-predator fish. However 2 *Leporinus obtusidens* samples showed levels above the recommended limit 0,557 and 0,563 mg/kg respectively. The mean Mercury level found on *Pimelodus maculatus* samples (0,216 mg/kg) was higher ($P=<0.001$) than the level detected on *Leporinus obtusidens* (0.094mg/kg). These results could be explained by the fact that *Pimelodus maculatus* the is a fish of higher trophic level than *Leporinus obtusidens*. The levels of arsenic found in all samples were below the Brazilian official established limit of 1,0 mg/kg. The average Arsenic level found in *Pimelodus maculatus* samples was 0.142 mg/kg and in *Leporinus obtusidens* samples 0.144 mg/kg. In addition, the presence of total coliform, fecal coliform and *Escherichia coli* were analysed in 43 samples of *Leporinus obtusidens* and 43 samples of *Pimelodus maculatus*, following methodology recommended by de Agricultural Ministry (2001), utilizing Most Probable Number/g product. *E.coli* was confirmed by de indol test. The data found in this work suggest that much more attention are necessary.

KEY WORDS: artless fishery, heavy metals, mercury, arsenic, fecal coliforms , *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, Piava, Pintado, Guaíba Lake.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

O homem é, freqüentemente, capaz de alterar o ambiente natural, e esta ação é fator interferente nas interações do ecossistema. Tais modificações ambientais favorecem, igualmente, a sobrevivência e a acumulação de agentes produtores de doenças e seus vetores. Isto quer dizer que, alterando o ambiente, o homem pode interferir modificando os determinantes de doenças ali presentes e, assim, favorecer a ocorrência de certas doenças em detrimento de outras, influenciando, em última análise, a qualidade de vida no planeta.

É o homem, outrossim, o responsável pela degradação dos ecossistemas, ocupando-os desordenadamente e criando condições adversas à sua própria sobrevivência, seja pela devastação ou pela poluição da natureza, podendo ser considerado a principal fonte poluidora do seu próprio ambiente natural,

Em sua ação poluidora o homem interfere primariamente nas condições de sua sobrevivência, descuidando categorias fundamentais como a destinação *in natura* dos dejetos biológicos e do lixo, entre outros, poluindo a paisagem, o solo e principalmente os mananciais de água. Posteriormente, pela atividade industrial, indispensável ao progresso da humanidade, mas nem sempre dotada dos cuidados necessários à preservação ambiental, o homem continua poluindo através dos diferentes resíduos químicos e às vezes, inclusive, radioativos, agravando significativamente as ameaças ao mundo natural e à própria humanidade.

A análise cuidadosa destas alterações introduzidas no ambiente, procurando antever o provável efeito que elas terão sobre o quadro geral da ocorrência das doenças, objetivando prevenir ou controlar situações potencialmente perigosas, é o escopo da epidemiologia e da medicina preventiva.

A preocupação com o meio ambiente vem mobilizando governos e povos o que se expressa na Agenda 21, uma série de encontros promovidos pelas Nações Unidas sobre o meio ambiente e suas relações com o desenvolvimento nesta

passagem de século. Celebrada no Rio de Janeiro, esta Conferência, patrocinada pela ONU, consagra os mais elevados princípios de defesa do bem mais importante que o homem tem a seu dispor, que é a própria Terra, com seus recursos naturais à disposição, para fornecer benefícios a todos.

A Agenda traz em cada um de seus temas, em cada momento dos seus debates, em cada ato e gesto dos seus participantes o alerta sobre a colheita de privações futuras que podemos estar semeando hoje pelo excesso de exploração das riquezas que a Terra nos legou.

Porto Alegre, capital do Estado federativo do Rio Grande do Sul, no extremo sul da república brasileira, situa-se às margens do Lago Guaíba, com tradição pesqueira artesanal significativa, exercida no estuário que banha a cidade, em um complexo de ilhas que formam o Delta do rio Jacuí, albergando igualmente grande diversidade animal e vegetal em seu ecossistema.

O planejamento de ações e de políticas fundamentadas em dados concretos, mesmo que porventura pontuais, constitui-se em preocupação dos agentes de desenvolvimento, integrados à luz de indicativos do mundo globalizado. O diagnóstico da realidade concreta constitui-se em conhecimento imprescindível em qualquer etapa das estratégias de desenvolvimento regional.

O presente trabalho, se propõe, em seus objetivos, a nível geral, subsidiar ações e políticas públicas de saúde relacionadas à integração do pescado artesanal do Lago Guaíba no cotidiano dos trabalhadores de pesca, bem como de seus clientes-consumidores, considerando as relações homem-natureza-alimento ou, expresso de outra forma, o pescador artesanal continuar produzindo nas condições do Lago Guaíba, sem poluir o ambiente, à si próprio e a seus clientes-consumidores, sem prejuízo às características tradicionais deste alimento, o pescado artesanal.

Especificamente, em seus objetivos, o presente estudo se propõe a determinar a qualidade deste pescado artesanal do Lago Guaíba, representado por duas espécies de interesse comercial, através da determinação da contaminação por Mercúrio e Arsênio, bem como da determinação da colimetria total e fecal, utilizando estes dados como indicadores de saúde e de qualidade de alimento para a população exposta.

Foram envolvidas no presente estudo duas espécies de peixes a Piava (*Leporinus obtusidens*) e o Pintado (*Pimelodus maculatus*), significativas quanto ao consumo e a etologia.

As observações estenderam-se por um período de 16 meses. Estratégicamente as amostras do estudo foram colhidas: à jusante do Delta do Guaíba onde se concentram indústrias petroquímicas; na região de afluência de resíduos da cidade ou região do canal de navegação; e, ainda, à vazante do Delta, na confluência com a Lagoa dos Patos.

A presente tese constitui pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias, na **sub-área** de Medicina Veterinária Preventiva, **especialidade** Medicina Veterinária Preventiva, na **linha de pesquisa** Saneamento. Aplicado à Saúde e à Produção Animal.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O ambiente, a sociedade e a cultura onde os fenômenos acontecem

A contaminação ambiental tornou-se um problema de grande interesse para a humanidade quando, a partir da explosão industrial e urbana no século XIX, produziu-se grande incremento desta, alterando totalmente as relações entre o ser humano e o meio ambiente.

Nos dias atuais este problema aumentou e tem alcançado proporções dramáticas, tanto pela intensificação como pela extensão geográfica.

Os recursos de água doce constituem um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres. A água é necessária em todos os aspectos da vida. É importante assegurar que se mantenha uma oferta de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água. (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, 1997)

Em seu capítulo 18, a mesma Conferência das Nações Unidas (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, *op.cit.*) propõe, entre outras áreas de programas para o setor de água doce, a proteção dos recursos hídricos, da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, em ordem variável de importância, segundo as diferentes situações, de esgotos domésticos tratados de forma inadequada, controles inadequados dos efluentes industriais, desmatamento, agricultura migratória sem controle e práticas agrícolas deficientes. A proteção da saúde pública e a manutenção da integridade do ecossistema requer manejo holístico dos recursos e o reconhecimento da interligação dos elementos relacionados à água doce e à sua qualidade. A proteção da saúde pública é uma tarefa que exige não

apenas o fornecimento de água potável digna de confiança, como também o controle de vetores insalubres no ambiente aquático, adotando uma abordagem integrada no manejo ambientalmente sustentável dos recursos hídricos. Inclui a proteção de ecossistemas aquáticos e recursos vivos de água doce aplicando estratégias para o manejo ambientalmente saudável de águas doces e ecossistemas costeiros conexos, que integram também o exame de pesqueiros, aquicultura, pastagens, atividades agrícolas e biodiversidade.

A Declaração de Nova Delhi, (adotada na Reunião Consultiva Mundial sobre a Água Salubre e Saneamento para a Década de 90, realizada em Nova Delhi de 10 a 24 de setembro de 1990) formalizou a necessidade de oferecer em base sustentável, acesso à água salubre em quantidade suficiente e saneamento adequado para todos, enfatizando a abordagem de “ algum para todos em vez de mais para alguns”. Foi recomendado nesta ocasião que fossem implementadas atividades como o tratamento e reutilização dos resíduos líquidos domésticos e industriais em zonas urbanas e rurais e o controle das moléstias relacionadas com a água. (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, *op.cit.*).

A pesca em rios e lagos de água doce constitui uma fonte importante de alimentos e proteínas. A sustentabilidade da produção de alimentos depende cada vez mais de práticas saudáveis e eficazes de uso e conservação da água. Os pesqueiros de águas interiores devem ser gerenciados de forma a aumentar ao máximo a produção de organismos aquáticos alimentícios de maneira ambientalmente adequada. Isso exige a conservação da qualidade e quantidade da água, bem como da morfologia funcional do ambiente aquático. Por outro lado, a pesca e a aquicultura podem elas mesmas causar danos ao ecossistema aquático, por isso, o desenvolvimento delas deve ajustar-se a diretrizes que limitem seu impacto. (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, *op.cit.*).

Os níveis atuais de produção dos pesqueiros de águas interiores, tanto de água doce como de água salobre atingem 16 milhões de toneladas por ano, qualquer aumento das tensões ambientais poderá pôr em risco esse crescimento. Deve-se considerar a água como um recurso finito que tem valor econômico, com implicações sociais e econômicas significativas, refletindo a importância de satisfazer necessidades básicas. O manejo dos recursos hídricos deve se desenvolver dentro de

um conjunto abrangente de políticas de saúde humana, produção, conservação e distribuição de alimentos, planos de atenuação das calamidades, proteção ambiental e conservação da base de recursos naturais. (Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, *op.cit.*).

O Lago Guaíba está inserido na porção final de uma bacia hidrográfica que drena 30% da área do Estado do Rio Grande do Sul. Este lago encontra-se em frente a Porto Alegre e ao sul do Parque Estadual do Delta do Jacuí, um arquipélago de 18 ilhas originadas por depósitos de sedimentos carregados pelos rios que formam a Bacia. Possui área de 49.600 ha (496Km²) e tem uma bacia de acumulação de água com capacidade de 1,5 bilhões de m³ com extensão de 50 Km e largura variando de 1 a 20 km, com profundidade média de 2 m Menegat (1998) e Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, *op.cit.*

Nesta bacia hidrográfica, estão situados os núcleos industriais mais importantes do Estado, concentrando dois terços da produção industrial e, conseqüentemente, 70% da população dos maiores centros urbanos, incluindo a capital Porto Alegre. O Guaíba é, portanto, o grande receptor dos efluentes produzidos na Região Metropolitana e no nordeste do Estado. (Brutto, 2001).

A Ilha da Pintada é uma das trinta ilhas que compõe o complexo do Parque Estadual Delta do Jacuí, fundado em 14 de janeiro de 1976. A criação do parque ocorreu nesta época para evitar a degradação ecológica da região. A Ilha faz parte do Bairro Arquipélago, pertencendo ao Município de Porto Alegre. Esse bairro é composto por dezesseis ilhas que são circundadas pelas águas provenientes dos rios Jacuí, Caí, Gravataí, Sinos e Guaíba. A Ilha da Pintada localiza-se à margem direita do Rio Jacuí, situando-se nas proximidades de Porto Alegre, exatamente a 16 km de distância do centro da cidade, podendo ser avistada através das margens do Lago Guaíba (Araújo,1998). Em toda essa região do Delta a vegetação é predominante, existem diversas espécies de vegetais e animais. As terras são planas e baixas, sendo que 90% da área é formada por banhados. A fauna da região é muito rica, encontrando-se aí 108 espécies, ou seja, um quinto das espécies de aves de todo o Estado, abrigando ainda mais de trinta espécies de peixes. (Centro de Pesquisa Histórica do Município 1995 *In Araújo op.cit.*).

Com as concessões das primeiras sesmarias pela Coroa Portuguesa em 1732 os primeiros europeus e descendentes se estabeleceram na área do atual município de Porto Alegre. (Rio Grande do Sul, 1997).

Os açorianos foram os primeiros moradores da Ilha, no início do século XIX. Segundo Tarragô *In Araújo (op.cit.)*, os açorianos foram vítimas de todo um processo de marginalização tanto das autoridades como também dos grandes proprietários de terras que dedicavam-se à criação de gado, e que já estavam presentes na área desde 1732. Quando os colonizadores chegaram em 1752, foram abandonados a própria sorte, a meio caminho do território das Missões. Sem ato solene, sem patrono, sem fundador, apenas um ponto de espera numa viagem interrompida. Na tentativa de acabar com a sangrenta disputa pela Colônia do Sacramento, Portugal e Espanha assinaram o Tratado de Madri (1750) que substituiu os rígidos limites do Tratado de Tordesilhas (1494). Isso determinou mudanças radicais na recém iniciada colônia do sul do Brasil por casais açorianos. Mal acomodados, enfrentando doenças, falta de comida e ameaça de naufrágio, alguns desses casais, destinados às Missões, desembarcaram da nau Nossa Senhora da Alminha no Porto de Viamão, no atracadouro conhecido como Porto dos Dorneles, nos fundos da sesmaria de Jerônimo de Ornellas, onde hoje é o Centro de Porto Alegre, praça da Alfândega. Cansados e fracos, alguns doentes, acamparam nas terras devolutas das margens da Lagoa de Viamão (o atual Guaíba), sem jamais serem transferidos dando origem a um núcleo espontâneo de povoamento às margens do Guaíba. Cada família foi montando sua choupana de barro coberta de capim, um acampamento provisório à espera da continuação da viagem, que nunca aconteceu, ficando abandonados durante 20 anos.

Segundo o pesquisador Eduardo Newmann (1997) *In Rio Grande do Sul. (op.cit.)* os açorianos da Ilha da Pintada foram os primeiros sem-terra da história do Rio Grande do Sul, ocuparam as terras entre os limites da grande propriedade de Jerônimo de Ornellas e o então chamado Rio Guaíba, habitando pequenos ranchos e se valendo da pesca como meio de sobrevivência .

Os estudos realizados pelo Centro de Pesquisa Histórica da Prefeitura de Porto Alegre (1995) *In Araújo op.cit.* mostram que por volta de 1773 já existia a concessão de terras nas ilhas cuja ocupação ocorre juntamente com a urbanização da

cidade de Porto Alegre. A posse de terras nas ilhas era efetivada através de doações do governo para que as pessoas as cultivassem.

Durante a segunda metade do século XIX o crescimento econômico e urbano de Porto Alegre passa a exigir uma série de produtos para o seu abastecimento interno. A partir deste momento tem início um intenso período de trocas entre os ilhéus e os moradores da cidade. Os ilhéus passam a vender o excedente da sua produção, ou seja, o pescado e o leite, principais produtos de atividade econômica da Ilha da Pintada na época (Araújo, *op.cit.*).

Na Ilha da Pintada é comum encontrar pessoas da quinta ou sexta geração familiar que moram nela. A atividade pesqueira é expressiva na região, hoje não mais exclusivamente pescadores de descendência açoriana. Na ilha localiza-se a sede da Colônia de Pescadores Z-5 (COOPEIXE), uma área pesqueira do Estado que abrange alguns municípios como: Cachoeira do Sul, Gravataí, Sapiranga, Novo Hamburgo, Campo Bom, Dois Irmãos, Montenegro, além, é claro, de toda a região do Delta do Jacuí (Araújo, *op.cit.*).

A Colônia de Pescadores Z-5 foi fundada em 4 de dezembro de 1921 com frente para o Rio Jacuí, tem 750 sócios profissionais que vivem exclusivamente da pesca e 3000 sócios pescadores amadores com carretilha. A Ilha da Pintada tem 7000 moradores. A Colônia Z-5 atinge os municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, as Ilhas do Delta, São Leopoldo, Santo Amaro, Triunfo e na grande Porto Alegre: Canoas, Nova Santa Rita, disponibiliza consultório médico, dentário e jurídico, compra de material de pesca, tendo sido fundada para defender a classe dos pescadores. É a única sociedade da ilha, sua sede é utilizada para casamentos, reuniões, aniversários, bingo, festas sendo o local onde a comunidade se reúne. Visando ajudar o pescador nas suas necessidades, a cooperativa também comercializa o produto da pesca juntamente com o entreposto e os pontos de venda no Mercado Público, na Ceasa e nas Feiras. Congrega uma rede solidária de cooperativas com os pescadores dos municípios de São Lourenço, Rio Grande, Mostardas, Tapes, Palmares, São Jerônimo Itapuã, Barra do Ribeiro e Guaíba para comercialização do pescado. A COOPEIXE conta com o apoio da Emater que os

auxilia, entre outras coisas, com a articulação entre os pescadores. (Coelho, V.I. Informação pessoal)¹

O Lago Guaíba representa um importante manancial hídrico, tanto no aspecto social como no biológico. No primeiro caso, porque além, de proporcionar área de lazer, serve como principal fonte de abastecimento de água para mais de um milhão e trezentas e sessenta mil pessoas (IBGE 2001).

Com referência aos aspectos biológicos, mais especificamente em relação à fauna aquática, o Guaíba é um local de ocorrências sazonais de algumas espécies de peixes provenientes do sul da Laguna dos Patos (Lucena *et.al.*, 1994), assim como possui cerca de 56 espécies residentes permanentes. Contiguamente associado ao complexo de ilhas que formam o delta do Jacuí, o Guaíba abriga igualmente grande diversidade animal e vegetal.

O gênero *Leporinus* é o mais diversificado dentre os Anostomidae, com mais de 60 espécies descritas. A espécie *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) (Piava), segundo Géry (1977), está distribuída pelo sistema hidrográfico do rio da Prata e pelas regiões sul e sudeste do Brasil, até o Estado de São Paulo. De uma maneira geral, os representantes da família Anostomidae são herbívoros, com tendência à onivoria (Resende *et.al.* 1998 In Hartz (2000)). Esta espécie (*Leporinus obtusidens*) popularmente conhecida como Piava é a que mais contribui para a pesca em termos de biomassa, apresentando variações sazonais em sua abundância, decrescendo nos meses de outono até o inverno Villamil (1996). Segundo Villamil *et al* (*op.cit.*), a Piava no Lago Guaíba apresenta forte sazonalidade na sua abundância, com maior captura de indivíduos nos meses de primavera e verão.

Segundo Coelho (Informação pessoal, *op.cit.*) a Piava é o peixe de maior aceite e comercialização pelo seu tamanho e sabor, constituindo-se atração gastronômica denominada “peixe na taquara”, no restaurante da COOPEIXE, bem como nas feiras, entre elas a feira do peixe da Semana Santa, tradicional no centro de Porto Alegre. Em outras palavras esta apresentação culinária local equívale a um “churrasco de peixe”.

O Pintado *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803) é um Pimelodidae com ampla distribuição geográfica no Brasil, sendo encontrado, por exemplo, em bacias

¹ Valdir Ieggli Coelho. Presidente da cooperativa dos pescadores: COOPEIXE

dos rios Mogi-Guaçu, Paraná e São Francisco. No Lago Guaíba e na Lagoa dos Patos é uma espécie muito abundante, principalmente em número de indivíduos, em todas as estações do ano (Villamil *et al. op.cit.*).

No estudo de Harz (*op.cit.*) sobre a dieta alimentar do Pintado (*Pimelodus maculatus*) do Lago Guaíba, os principais itens observados foram matéria orgânica, restos de insetos e de vegetais, constituindo-se numa dieta onívora. O sedimento foi um item adicional em quase todo o período da pesquisa, demonstrando maior atividade alimentar da espécie junto ao fundo do lago, por isto, considerando a dieta da espécie onívora-iliófaga.

No Rio Grande do Sul, o consumo de pescado é de 3,5 kg/hab/ano, bem aquém do preconizado pela FAO (1994) que é de 13,1 kg/hab/ano. Se, por hipótese, o consumo fosse estimulado para alcançar o recomendado pela FAO, a quantidade demandada aumentaria para, aproximadamente, 78.000 toneladas de pescado/ano somente no Rio Grande do Sul.

2.2 O pescado artesanal como alimento: riscos e benefícios

Por ser uma atividade puramente extrativista, a pesca artesanal está subordinada ao meio natural e aos ciclos biológicos. Neste sentido a pesca artesanal sofre a influência de alguns efeitos externos como oscilações climáticas naturais, que tornam difíceis as previsões de captura de matéria prima, além de ser dependente das reservas naturais e das espécies preferencialmente consumidas. (Rangel 1995).

Connell (1988) afirma que os mares, rios e lagos são os reservatórios de muitas substâncias nocivas ou de despejo causadas pelo homem. As diferentes formas de vida aquática, inclusive os peixes, são capazes de absorver e concentrar estes contaminantes. No que se refere a qualidade do pescado como alimento, as medidas de controle mais eficazes são aquelas que reduzem ou eliminam a fonte de contaminação. Os principais tipos de contaminantes que devem necessariamente ser considerados em detalhes são os metais e outros elementos como organoclorados e microrganismos.

Os peixes, por serem consumidores e pertencerem ao nível superior do ecossistema aquático, acumulam poluentes, daí a sua grande importância em testes de toxicidade e contaminações. (Dias e Teixeira Fº, 1994).

Segundo Fletcher *et al.* (1996) *Risco* é a probabilidade de que as pessoas expostas a certos fatores (fatores de risco) adquiram subseqüentemente uma determinada doença.

Os fatores de risco são usados primeira e principalmente para predizer a ocorrência de doença em um indivíduo ou população (Fletcher *et al. ibid.*).

O contato com fatores de risco para doenças crônicas ocorre ao longo de um período de tempo. Somente ao comparar padrões de doença entre pessoas com e sem tais fatores de risco, ou de investigar subgrupos especiais, será possível reconhecer riscos que são, na verdade, grandes. Fletcher *et al.* (1996).

A promoção e a manutenção das populações em bom estado sanitário, promovendo a saúde do homem e dos animais através da identificação e inter-relação de causas prováveis, procurando perceber a extensão e magnitude dos problemas, de onde, como, quando e com quem ocorrem os fenômenos de saúde e doença é o propósito da epidemiologia, um enfoque também proposto neste trabalho (Dias, 1984).

2.2.1 Riscos por metais

A presença de metais pesados no corpo humano é motivo de interesse, porque estes são considerados nocivos a saúde, principalmente nos dias de hoje, onde a liberação de lixo tóxico no meio ambiente tem aumentado (Aldini *et al.*, 1987; Tsoumbaris e Tsoukai-Papadopoulou, 1994).

Alguns metais são essenciais para a vida, outros tem função biológica desconhecida, favorável ou tóxica, tendo potencial para causarem doenças (benzoísmo, damiosa, saturnismo, hidrargirismo, manganismo, antracose, silicose, etc.) já que se acumulam no corpo através da cadeia alimentar, água e ar.

Embora os metais pesados (como por exemplo mercúrio, cádmio e chumbo) sejam considerados naturais do meio ambiente, ao atingirem concentrações em níveis acima do normal, tornam-se potencialmente letais para os seres vivos. As maiores fontes de metais pesados estão no processamento de minerais e metais, manufatura de produtos inorgânicos e uso de carvão na produção de energia (Grolier, 1996).

No homem é reconhecida a importância fundamental do Na, Mg, Ca, e K, existindo outros minerais importantes como Mn, Fe, Co, Cu, Zn e Mo (Ferreiro, 1979).

Os metais são elementos essenciais ao organismo humano e componentes da sua dieta, alguns como o zinco, o manganês e o ferro, influenciam a interação e suas rotas fisiológicas, farmacológicas e toxicológicas, que também podem ser influenciadas, segundo (Abdel e Oehme 1990), por outros elementos da dieta ou compostos químicos.

2.2.1.1 Mercúrio

Especificamente em relação ao mercúrio, segundo Peakall e Lovett (1972), as espécies de organismos vivos terrestres são capazes de assimilar e concentrar este metal em quantidades duas a três vezes maiores que a do ambiente que as circunda sendo que as espécies de organismos aquáticos o concentram de 100 a milhares de vezes, em comparação com o ambiente. Goldwater apud Pregnotatto (1979) que estudou o mercúrio e o meio ambiente, resumiu a sua relação com a cadeia alimentar marinha da seguinte forma: plantas, como as algas, absorvem-no e concentram-no em altos níveis, peixes que consomem essas algas e vivem nesse mesmo ambiente, concentram-no em níveis ainda maiores.

Fontes

Foi a partir de 1557, quando Bartolomeu de Medina desenvolveu o processo de obtenção da prata pela amalgamação, que o mercúrio e seus compostos começaram a ser intensamente explorados pelo homem. Atualmente o mercúrio é usado na forma metálica ou composta, principalmente como agente antifúngico protetor de sementes na agricultura, nos processos de que envolvem amálgamas, como catalisador, nas preparações de restaurações odontológicas, na manufatura do papel, nos processos eletrolíticos para a obtenção de cloretos e de soda cáustica, nas instalações elétricas, além de ter largo emprego na indústria farmacêutica e cosmética. (Pregnotatto *et al.* 1979).

Esse amplo uso do mercúrio pressupõe sua ocorrência natural e, evidentemente, a poluição ambiental decorrente desse uso. Esse elemento químico é encontrado em jazidas e em outros depósitos geológicos, principalmente sob a forma de cinábrio-HgS. Na natureza, o mercúrio participa de reações químicas e sobre áreas de atividade vulcânica, a pouca centenas de metros da superfície da terra, sendo naturalmente reduzidos a mercúrio metálico que, por ser volátil, aflora à superfície,

onde pode reagir com o enxofre e ser fixado sob a forma de sulfeto (cinábrio); ainda, pela pressão de vapor e da temperatura da atmosfera, o mercúrio pode alcançar concentração no ar em torno de 10 mg/m^3 , seja na forma vaporizada ou de partículas metálicas. O mercúrio da atmosfera é depositado sobre a crosta terrestre pela chuva e neve, tanto no solo como na água. Portanto, esse elemento químico pode ser naturalmente disseminado, transportado pelo vento e depositado pelas intempéries. Evidentemente, na atmosfera das áreas de jazidas e das circunvizinhanças, os níveis de concentração desse metal são maiores; em contraposição, no ambiente marinho está em menores quantidades. A concentração média do mercúrio natural sobre a crosta terrestre é de cerca de 0,5 ppm. O uso dos compostos mercuriais pelo homem, entretanto, pode alterar quantitativamente a sua presença no solo e água. (WHO 1990).

Características químicas

Quanto as características do Mercúrio, segundo Larini (1987) este se liquefaz a $38,9^\circ\text{C}$, sendo que sua volatilidade aumenta com a elevação da temperatura ambiental, podendo esse aumento se dar até oito vezes quando a temperatura se eleva de 25°C a 50°C , sendo o único metal encontrado em estado líquido. Seu peso atômico é de 200,59 possuindo o símbolo Hg proveniente do grego “hidrargyrum” (prata líquida).

Toxicocinética

A biotransformação do mercúrio em pequenas cadeias de alquil-mercúrio, por bactérias, é a responsável pelos elevados teores do mesmo no meio ambiente, principalmente em peixes. Nesta biotransformação, o metal é encontrado no sedimento (lodo) sob a forma de Hg^{++} em equilíbrio com a forma Hg_2^{++} . Na forma Hg^{++} sofre a ação bacteriana sendo convertido em:

- a) mercúrio metálico, pouco volátil e que permanece no sedimento;
- b) dimetil-mercúrio, que abandonando o sedimento é convertido sob a ação dos raios ultravioleta, em metano, etano e mercúrio metálico, o qual retorna ao sedimento;
- c) metil-mercúrio, muito tóxico e que se acumula na cadeia alimentar. Esta transformação do íon mercúrio em metil-mercúrio se faz por intermédio de processos metabólicos que colocam obrigatoriamente em jogo a vitamina B12. As bactérias

metanogênicas permitem a transferência do grupamento metil da vitamina B12 ao mercúrio (Larini, 1987).

A concentração de metil-mercúrio no sedimento é função da natureza da matéria orgânica e do pH (ótimo 4,55). Sua liberação a partir do sedimento depende do conteúdo de enxofre; em presença de elevado teor de enxofre, a tendência do metil-mercúrio é ficar retido no sedimento e, em caso contrário, será liberado à água sob a forma de cátion metil-mercúrio (CH_3Hg^+), que será assimilado diretamente pela fauna marinha. Ainda, sob a influência de bactérias redutoras, é convertido em mercúrio metálico e metano Larini (*op.cit.*).

Toxicidade

A toxicidade varia entre as espécies e com as diferentes formas de mercúrio sendo as orgânicas mais tóxicas do que as inorgânicas. A toxicose crônica por metil-mercúrio resulta da exposição continuada de 0,2-5,0 mg/kg (Osweiler, 1998).

No homem, o mercúrio orgânico absorvido, ligado a grupamentos sulfidrilas de proteínas de peixes, sofre a ação do suco gástrico, liberando metil-mercúrio sob a forma de cloreto de metil-mercúrio, que sendo transportado, localizar-se-á nos lípideos, células nervosas e particularmente no cérebro Larini (*op.cit.*).

A transferência transplacentária de compostos de mercúrio no homem está bem documentada. As concentrações de mercúrio no plasma da mãe e do recém nascido são similares. A concentração de mercúrio no leite materno é de 5% aproximadamente, do nível simultâneo de mercúrio no sangue da mãe, e os lactantes podem acumular, pela amamentação, concentrações sangüíneas perigosamente elevadas se suas mães foram expostas (OMS, 1998).

O efeito genotóxico que resulta em aberrações cromossômicas também foi demonstrado nas populações expostas ao metil-mercúrio. Os maiores riscos para a saúde humana surgem dos efeitos neurotóxicos do mercúrio em adultos e sua toxicidade para o feto se as mulheres são expostas ao metil-mercúrio durante a gravidez. O cérebro é o órgão crítico (OMS, (*op.cit.*).

O desenvolvimento incompleto da barreira hemato-encefálica também reduz a capacidade de restringir o acúmulo deste metal pelo cérebro em crianças jovens. Ambas, as conseqüências imediatas de tal acúmulo e a possibilidade de que possam perturbar a maturação de tecidos, tais como o sistema nervoso central, levaram a

fortes suspeitas de que a vulnerabilidade aos efeitos da exposição a metais pesados é particularmente alta em estágios iniciais de crescimento e desenvolvimento. (OMS, *op.cit.*).

A acumulação de metil-mercúrio nas cadeias alimentares aquáticas e terrestres representa um risco potencial para o homem, devido ao consumo de peixes, crustáceos, aves de caça de águas contaminadas e está na dependência da dose ingerida e da forma química consumida. Nos peixes, a maior parte desse elemento se apresenta como metil-mercúrio (grupo alquil). Independente da forma química, porém, é unânime o reconhecimento da toxicidade do mercúrio e de seus compostos nos alimentos, em especial os de origem aquática. O mercúrio encontrado nos pescados de água doce não contaminadas, varia de 100 a 200 µg/kg de peso úmido. Em zonas contaminadas de água doce pode-se encontrar níveis de mercúrio de 500 a 700 µg/kg de peso úmido e em alguns casos até concentrações maiores (OPAS 1978).

O pescado é a maior fonte de ingestão de mercúrio para o homem. A contaminação do pescado é progressiva e ocorre através da cadeia trófica e da água acumulando-se principalmente como metil-mercúrio, que é caracteristicamente neurotóxico e a forma química mais deletéria ao homem (Morales-Aizpurúa *et al.* 1999).

Exposições ocupacionais ao mercúrio em concentrações iguais ou superiores a 0,1 mg/m³ de ar podem produzir o hidragirismo com o aparecimento de tremores musculares e alterações do comportamento. O limite biológico de exposição é caracterizado com o valor de 50µg/L de urina. Concentrações de até 10 µg/L constituem o nível normal de mercúrio na urina. A concentração de mercúrio inorgânico no ambiente (mg/m³) está correlacionada com a concentração urinária (µg/L) na proporção de 1:2. Neste sentido, o valor de 25µg/m³ para o vapor de mercúrio metálico no ar pode ser considerado como sendo o limite tolerável em trabalhadores expostos (Larini, *op.cit.*).

Sinais e Sintomas

Os sinais e sintomas mais comuns de intoxicação por metil-mercúrio são: parestesia, diminuição do campo visual, dificuldade auditiva e ataxia. Alguns efeitos são irreversíveis, pode haver melhora na coordenação motora. As observações

realizadas durante o episódio de Minamata indicam que o feto é mais sensível ao mercúrio que o adulto mesmo que não se tenha estabelecido a diferença no grau de sensibilidade OMS, 1998 (*op.cit.*).

De acordo com a dose e o tempo de exposição, o mercúrio e seus compostos podem causar efeitos tóxicos reversíveis e irreversíveis. Os compostos metil-mercúricos produzem lesões neurológicas irreversíveis. O metil-mercúrio é tóxico também para os animais quando se administra em seu estado químico puro, no pescado se acumula naturalmente. Entre o fim da exposição e o início da intoxicação se observa um período latente de semanas ou meses. Antes das manifestações e sinais se observam mudanças morfológicas no cérebro, fenômeno que se denomina “lesão silenciosa” (OMS, 1998).

Impacto ambiental

Os problemas associados com o mercúrio se devem, entre outros, aos cereais tratados com fungicidas mercuriais. O aspecto ambiental da poluição com mercúrio nos últimos anos afetam as aves e os peixes. A maior parte do mercúrio presente nos alimentos aparece na forma de metil-mercúrio. As pesquisas demonstram que, independente da fonte poluidora, somente metil-mercúrio aparece nos tecidos dos peixes (Buck e Osweiler 1981).

Sobre o impacto ambiental do mercúrio segundo os mesmos autores citados sabe-se que:

- 1) O mercúrio, sob qualquer forma, pode se misturar potencialmente com o ar, terra e outros elementos.
- 2) O mercúrio, em qualquer de suas formas, pode ser captado por animais aquáticos sob a forma de metil-mercúrio ou etil-mercúrio.
- 3) Em um sistema aquático pode se formar diretamente metil-mercúrio a partir de mercúrio inorgânico, em condições anaeróbicas; exceto em condições permanentemente anaeróbicas, o mercúrio tenderá a acumular-se nos sedimentos do fundo, bem como HgS ou Hg^0 .
- 4) Metil-mercúrio e dimetil-mercúrio podem formar-se a partir de HgS ou Hg^0 em presença de oxigênio ou em condições de oxidação.
- 5) Os ambientes alcalinos promovem a liberação de mercúrio dos sistemas aquáticos sob forma de dimetil-mercúrio.

6) O mercúrio do solo se volatilizará para a atmosfera em dois anos e a água da chuva retorna o mercúrio ao solo, calculando-se que desta forma que cada hectare receba 1.100 mg de mercúrio por ano.

7) Os níveis de mercúrio no ar em zonas urbanas situam-se entre 0,01-0,17 mcg/m³; na água subterrânea normal situam-se entre 0,002-0,0007 ppm, enquanto nas águas superficiais seus valores encontram-se abaixo de 0,0007 ppm (Buck e Osweiler *op.cit.*).

Segundo a OPAS (1978), a metilação do mercúrio inorgânico no sedimento de lagos, rios e outros cursos de água e nos oceanos é a chave do transporte do mercúrio para as cadeias alimentares aquáticas que culminam no consumo humano. O metil-mercúrio se acumula nos organismos aquáticos de acordo com os níveis tróficos e as concentrações mais elevadas se observam nos grandes peixes carnívoros.

Jensen e Jernelov (1972) *In* OPAS (*op.cit.*), assinalam que a oxidação de mercúrio metálico a mercúrio inorgânico divalente é favorecida quando, no meio aquático, existem substâncias orgânicas. Os alquil-mercúrios de cadeia curta, principalmente os compostos de metil-mercúrio, tem a forte tendência a bioacumulação. Nos mamíferos a absorção do metil-mercúrio dos alimentos é quase completa.

Fagestrom e Larsson *In* OPAS (1978), afirmam que a acumulação de metil-mercúrio nas cadeias alimentares dos sistemas de água doce é um processo em três fases. Na primeira fase a acumulação pela fauna do fundo marinho que está em contato mais íntimo com as capas de sedimento ativas onde se forma o metil-mercúrio. A acumulação na fauna profunda, que inclui o plancton, seria seguida por acumulação em espécies como o rubio e finalmente os grandes peixes carnívoros. Estes autores alertam para a importância relativa da absorção do metil-mercúrio diretamente da água pelas brânqueas, devendo depender do nível trófico do peixe. Quanto mais elevado for o nível trófico mais importante é a ingesta proveniente dos alimentos.

Os primeiros níveis de mercúrio notificados em peixes de água doce foram realizados por Stock e Cucuel (1934) bem como por Raeder e Snekvik (1949) *In* OPAS *op.cit.*) e situam-se entre 30 a 180 µg/kg de peso úmido. Estes níveis podem

ser considerados normais, isto é, tratavam-se de peixes de águas não contaminadas. O escritório regional da Organização Mundial da Saúde para a Europa (OMS, 1973 *In OPAS op.cit.*) revisou a bibliografia indicando que os níveis para o pescado proveniente de água doce podem apresentar valores entre 200-5.000 µg/kg. Nas zonas em que as águas estão fortemente contaminadas, os valores podem atingir até 20.000 µg/kg.

Dieta

Segundo a OMS (1998), excetuando-se as comunidades expostas a altos níveis de poluição por efluentes ou emissões industriais ricas em metais pesados, o alimento e a dieta são as fontes mais importantes destes elementos tóxicos. A proporção de ingestão de metais pesados normalmente responsável pelo conteúdo destes elementos nos alimentos e de água potável, chega a 98% no caso do mercúrio. O metil-mercúrio, a forma mais tóxica do elemento, causa o maior risco para a saúde a partir de exposição ambiental ou da dieta. Dentre as variáveis que influenciam a tolerância ao mercúrio encontra-se o estágio de desenvolvimento fisiológico. Durante a gestação e a lactação o metil-mercúrio pode ser transferido da mãe para a progênie através da placenta ou leite materno. Completamente separado da absorção maior de mercúrio a partir de dietas líquidas, a imaturidade do trato digestivo de bebês e crianças jovens promove a absorção maior deste elemento do que no caso de indivíduos mais velhos. O rim imaturo também excreta este elemento menos prontamente. Assim, maior proporção da dose ingerida é propensa de se acumular no organismo de crianças jovens mais do que em crianças mais velhas ou adultos.

A concentração biológica, em tipos alimentares específicos, também influencia a ingestão da dieta do mercúrio e além disso, pode intensificar sua toxicidade. As ingestões típicas totais da dieta relatadas foram na faixa de 2 a 6 µg de mercúrio dia para crianças e 2 a 4 µg/dia para adultos. O mercúrio do peixe e alimentos de origem marinha foi responsável por cerca de 40% desta ingestão enquanto frutas e vegetais se responsabilizaram por 20% da mesma. A contribuição do peixe é acentuadamente maior em algumas comunidades e isto, juntamente com a biotransformação em mercúrio orgânico tóxico em ecossistemas marinhos, aumenta o significado das anomalias ambientais na distribuição do mercúrio OMS (1998).

Os estudos epidemiológicos sintetizados pelo Grupo de Peritos Suecos em 1971, *In OMS (op.cit.)* indicam que nos pescadores e suas famílias, as ingestas diárias de metil-mercúrio podem elevar-se a valores de 200 µg/dia, e que um indivíduo teria uma ingesta extraordinariamente elevada de 800 µg/dia.

O Comitê misto FAO/OMS dos peritos em Aditivos Alimentares (JECFA) estabeleceu uma ingestão semanal tolerável provisória de 300 µg de mercúrio total por pessoa dos quais 200 µg como máximo em forma de metil-mercúrio. A comissão do Codex aprovou um nível de referência para o metil-mercúrio presente no pescado de 0,5 mg/kg para todas as espécies de peixes, salvo as espécies de peixes predadores, os quais se aplica um nível de referência mais elevado de 1 mg/kg. (Comisión del CODEX Alimentarius, 1994).

O Comitê de peritos da Junta sobre Aditivos Alimentares da FAO e da OMS (FAO e WHO, 1989) recomenda que a ingestão total de mercúrio não deva exceder 5µg/kg de peso corpóreo/semana com não mais de que 3,3 µg/kg/semana na forma de metil-mercúrio. Outra fontes relatam ingestões médias de mercúrio a partir da dieta e da água da ordem de 0,2 a 3,1 µg/kg/semana para bebês e de 0,5 a 2,0 µg/kg para adultos (*OMS op.cit.*). Tipicamente, 1% da ingestão total do mercúrio inorgânico é derivado da água potável e, em 84% da dieta, o peixe pode ser responsável por 20 a 85% do mercúrio total, principalmente como metil-mercúrio. A contaminação pelo mercúrio do ambiente marinho reflete-se rapidamente por ingestões aumentadas de metil-mercúrio prontamente absorvível, derivado de tecidos de peixes predatórios.

O Comitê de Peritos da Junta sobre Aditivos Alimentares (FAO e WHO, 1989) está ciente da variação dos níveis de mercúrio que ocorre nos peixes. Esta variação tem sido mostrada para correlacionar vários fatores incluindo, tamanho e idade dos peixes, espécies (espécies predadoras normalmente contém altos níveis de mercúrio), conteúdo de mercúrio na água e no sedimento, e o pH da água. O Comitê notou a diferença existente nos níveis elevados de metil-mercúrio encontrados em certos peixes provenientes de águas poluídas sendo que níveis similares podem resultar também da poluição industrial.

O pescado é a maior fonte de ingestão de mercúrio para o homem. A contaminação do pescado é progressiva e ocorre através da cadeia trófica e da água.

O mercúrio é fixado preferencialmente no grupamento sulfidrila da proteína do pescado, acumulando-se principalmente como metil-mercúrio, que é caracteristicamente neurotóxico e a forma química mais deletéria para o homem. (Morales-Aizpurúa *et.al.* 1999).

Legislação

A Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabeleceu que os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos com relação ao mercúrio em peixes, são de 0,5 mg/kg para não predadores e de 1,0 mg/kg para predadores. (Brasil, 1998).

O Brasil é signatário da resolução 102/94 (Anexo B pág. 92) do Mercosul que estabelece níveis de mercúrio para peixes e produtos da pesca (exceto predadores) em 0,5 mg/kg e para peixes predadores em 1,0 mg/kg.

O mercúrio foi determinado por Chicourel *et al.* (1995), em várias espécies de pescado capturados em diferentes regiões do litoral brasileiro, eles recomendaram que as espécies marinhas predadores de grande porte e as de água doce deveriam ser mais amplamente estudadas pois segundo estes autores o mercúrio faz o seu ciclo através do ecossistema aquático, onde sofre o processo de bioacumulação e espécies predadoras de grande porte, como o atum e o cação, possuem nível de mercúrio maior por estarem no topo da cadeia trófica.

Na Amazonia brasileira Bidone *et al.* (1997) determinaram níveis de mercúrio na população em espécies de peixes carnívoras e não carnívoras para estudar o impacto proveniente dos garimpos da região sobre os peixes e a população consumidora. A média do mercúrio nos peixes carnívoros foi o dobro dos não carnívoros, os autores alertam para os riscos da população consumidora destes pescados.

Determinando teores de mercúrio em peixe espada (*Trichiurus lepturus*) no Rio de Janeiro, Liparasi (2000) considerou de fundamental importância determinações de mercúrio em espécies predadoras comerciais para o fornecimento de dados para as autoridades sanitárias para a implementação de programas APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) em entrepostos de pesca que exportam estas espécies.

Romano *et al.* (1999) realizaram levantamento dos níveis de mercúrio, em área de intensa pesca comercial no litoral de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro em peixes capturados longe da costa, em locais de baixa contaminação, encontraram todas as amostras de acordo com a legislação nacional..

Durante a garimpagem na Amazonia o mercúrio metálico despejado nos ecossistemas aquáticos e atmosféricos se transforma em metil-mercúrio, bioacumulando-se na cadeia alimentar aquática e, desta forma, chegando às populações através do consumo de peixes, levando Boischio (1997), a verificar que a média dos níveis de mercúrio era mais alta nos peixes de nível trófico elevado (omnívoros e carnívoros) do que nos peixes de nível trófico baixo (herbívoros e detritívoros).

Morales-Aizpurúa *et al.*(1999) determinaram teores de mercúrio em espécies de cação comercializados em São Paulo e consideraram a necessidade de inspeção e monitoramento das espécies brasileiras de cação usadas como alimento, em virtude de ter encontrado níveis de mercúrio em desacordo com a legislação brasileira.

Na Colômbia altas concentrações de mercúrio foram encontrados em pescadores por Olivero (1997). O Rio Madalena, o maior e mais importante rio Colombiano recebe contaminações provenientes de minas e, através deste rio, despeja mercúrio no oceano Atlântico.

No litoral Paulista Pregnotatto *et al.* (1974) determinaram níveis de mercúrio em peixes de água salgada e de água doce, encontrando maior quantidade de mercúrio nos peixes de água doce.

Segundo Fukumoto (1995), a contaminação mercurial do pescado ocorre, com maior frequência, em peixes de água salgada que habitam áreas próximas à costa, onde há eliminação de resíduos industriais. Com relação aos de água doce encontrou concentrações maiores de mercúrio entre os peixes carnívoros.

Storelli e Marcotrigiano (2000)^b na Itália avaliaram o risco de contaminação por mercúrio para populações consumidoras de cinco diferentes espécies peixes do Mar Adriático. Concluíram que os hábitos alimentares, o nível trófico e o peso influenciam o processo de bioacumulação do mercúrio no peixe.

2.2.1.2 Arsênio

O arsênio ou arsênio, quanto as suas características químicas é um metal comumente encontrado no meio ambiente, proveniente da erosão natural, dos efluentes industriais e das aplicações agropecuárias, podendo se apresentar, em função destas atividades da civilização moderna, como contaminante dos alimentos.

Este elemento não tem características de essencialidade, como a possuem outros metais (zinco, cobre, manganês e cromo), constituindo-se em objeto de preocupação, dado a sua importância toxicológica. Além de atacar os grupos –SH de enzimas essenciais para a homeostase normal do organismo animal, este metal tem atividade carcinogênica, relacionada com a exposição prolongada, tanto por via digestiva como por inalação.

O arsênio é um metal de símbolo As, peso atômico 74,92, que pode se encontrar na forma trivalente ou pentavalente. (Budavari, 1989).

Os compostos inorgânicos trivalentes de Arsênio mais comuns são: trióxido de arsênio, arsenito de sódio e tricloreto de arsênio; os pentavalentes incluem: pentóxido de arsênio, ácido arsênico e arseniats, tais como o arseniato de chumbo e arseniato de cálcio (Larini, 1987).

Entre os compostos orgânicos cabe citar o ácido arsanílico, pentavalente, sendo que os compostos de arsênio também podem se encontrar metilados em função da bimetilação por organismos existentes no solo ou em águas doces e marinhas (Woolson *et.al.*, 1982 e Casaret e Doull, 1986).

Toxicidade

Em relação a toxicidade do arsênio, o efeito deste elemento depende da forma em que ele se encontra. Os compostos orgânicos são reconhecidamente menos tóxicos que os inorgânicos (Lunde, 1970). Destes últimos os compostos trivalentes são os mais tóxicos (Flanjak, 1982).

Ao arsênio é atribuída também atividade carcinogênica, estabelecendo-se associação epidemiológica entre câncer de pele, de fígado e de pulmão e ingestão prolongada de águas de abastecimento e vinhos contaminados ou contato ocupacional na produção de pesticidas e nas indústrias produtoras de ligas metálicas. Apesar das evidências quanto à carcinogenicidade do arsênio para humanos, ao contrário do que acontece com outros compostos, a dificuldade neste caso reside em

conseguir realizar testes confirmatórios com animais de laboratório (Casarett Doull, *op.cit.*).

A Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer em estudos epidemiológicos têm associado exposição a longo prazo ao arsênico transportado pelo ar em plantas industriais processando compostos de arsênico, com incidência aumentada de câncer do brônquio. A exposição crônica a níveis excessivos de água potável ou em drogas contendo arsênico está associada a incidência aumentada de ceratinização e pigmentação da pele, junto com um risco aumentado de câncer de pele. Não existe evidência para sugerir que ingestões de dieta normal de arsênico aumentam o risco de câncer. Não existe, nenhuma evidência experimental de estudos em animais para sugerir que o arsênico da dieta seja cancerígeno. O papel do arsênico como um cancerígeno potencial tem sido revisto pela Agência Internacional para Pesquisa em Câncer (IARC, 1980)

Para Angelucci (1981) o arsênico é suspeito de ser potente agente carcinogênico, principalmente para o fígado.

Devido ao arsênico inorgânico ser conhecido como cancerígeno em seres humanos, existe referência compreensível para limitar a exposição do ser humano a concentrações ambientais excessivas do elemento. Entretanto, o metabolismo e efeitos do arsênico podem diferir, dependendo da natureza química da fonte de arsênico; estas diferenças em parte são responsáveis pela natureza provisória do limite da exposição segura recomendada para adultos de 15µg/kg de peso corpóreo/semana (WHO 1989).

Sinais e sintomas

Considerando as conseqüências para a população consumidora com relação ao arsênico, o envenenamento agudo, caracterizado por náuseas, vômitos, diarreia e dor abdominal severa, é relativamente raro.

Segundo Casarett e Doull (*op.cit.*) os sintomas consistem em febre, anorexia, hepatomegalia, melnose e arritmia cardíaca, além de sintomas do trato respiratório superior, neuropatia periférica e efeitos hematopoiéticos, gastrintestinais e cardiovasculares.

Os sintomas da intoxicação crônica são: fraqueza, prostração e dor muscular, com poucos sintomas gastrintestinais, podendo haver esfolheação da pele,

polineurite, hematopoiese alterada e degeneração do fígado e dos rins Angelucci, (*op.cit.*). Tseng *apud* Casarett e Doull (*op.cit.*) refere a doença vascular periférica observada em pessoas expostas cronicamente ao arsênico em Taiwan e no Chile, que se manifesta por acrocianose e fenômeno de Raynaud, podendo progredir a *endarteritis obliterans* e gangrena das extremidades inferiores. Este efeito específico parece estar relacionado com doses cumulativas de arsênico, mas a prevalência é incerta em função das dificuldades de separar as causas da doença vascular periférica induzida pelo arsênico de outras causas da gangrena. Tanto na intoxicação crônica como na aguda são comuns dores de cabeça, sonolência, confusão e convulsões (Angelucci, *op.cit.*).

Distribuição

O arsênico, quanto as suas fontes, está largamente distribuído na natureza, em função da erosão natural dos minérios ou em função das diferentes atividades antropogênicas. Entre estas, incluem-se as atividades industriais e de laboratório com a utilização de um número considerável de produtos químicos, tais como o ácido clorídrico e o ácido sulfúrico, e as atividades agrícolas (Pyles e Woolson, 1982 e Larini, 1986; Mantovani e Angelucci, 1992). Dentre as aplicações agropecuárias os fertilizantes, fungicidas e inseticidas são os principais contribuintes para a contaminação ambiental por arsênico (Miele, 1993), influenciando os teores deste metal na cadeia alimentar (Yabiku *et.al.*, 1989).

No meio ambiente, o metal é transportado principalmente pela água, sendo o ar contaminado, geralmente pelas chaminés das indústrias. Os teores de arsênico nas águas de abastecimento variam muito, dependendo da região, conforme os dados que seguem (Casarett e Doull, *op.cit.*):

Estados Unidos	0,01 mg/L
Japão	1,70 mg/L
Cordoba (Argentina)	3,4 mg/L
Taiwan (poço artesiano)	1,8 mg/L

O consumo de água contendo 0,8 mg de arsênico/L sobre períodos estendidos de tempo e uma ingestão da dieta aproximadamente 3 mg de arsênico/dia para 2 a 3 semanas têm sido identificados como causas de intoxicação de arsênico. Entretanto, a toxicidade de compostos de arsênico depende grandemente de suas naturezas

químicas, já que estimativas gerais de ingestões seguras não podem ser feitas.(WHO 1989).

Em contraste à ingestão da dieta, a água potável contaminada pode ser uma fonte significativa de arsênico. A concentração de arsênico nos oceanos e em rios não contaminados, lagos e lençóis aquáticos, variam de níveis não detectáveis até alguma $\mu\text{g/L}$. Concentrações muito mais altas, ao nível de mg/L , estão presentes em primaveras quentes e águas em contato com depósitos de arsênico natural ou expostas a contaminação industrial. O consumo de tais águas está associado a toxicidade sub-aguda e risco aumentado de câncer e possivelmente de outros sítios (Mineral 1980).

Fontes

Teores de arsênico em diferentes alimentos, compilados por Angelucci (*op.cit.*):

FONTES	Arsênico (ppm)
Peixes	1,2 - 2,8
Cereais	0,18
Carne	0,10
Lagosta	70
Mexilhões	120
Camarão	42

Arsênio na dieta

Considerando o consumo de arsênico através dos alimentos segundo Angelucci (*op.cit.*) o consumo médio do mesmo pelo homem é de 0,33 mg/dia . De acordo com Casarett e Doull (*op.cit.*) a ingestão diária nos Estados Unidos é de 0,04 mg/dia , podendo aumentar para 0,2 mg/dia se a dieta contiver alimentos marinhos; de uma maneira geral, segundo o autor, a ingestão total diária de arsênico por humanos, sem exposição industrial, é menor do que 0,3 mg/dia .

A Organização Mundial da Saúde diminuiu a IDA (Ingestão Diária Aceitável) de $50\mu\text{g/kg}$ para $2\mu\text{g/kg}$, com a recomendação de que mais trabalhos sejam efetuados para elucidar a natureza do composto arsenical que ocorre nos alimentos, em particular, em alimentos marinhos, onde os níveis são geralmente mais elevados (Lawrence, 1986; Mantovani e Angelucci, *op.cit.*).

No Brasil existem poucos dados quanto a sua presença em alimentos de uma maneira geral e, sobre sua presença em peixes, muito pouco até o momento se encontra registrado.

A maioria dos alimentos de origem terrestre contém menos que 1µg de arsênico/g de peso seco; os níveis presentes nesses alimentos de origem marinha são substancialmente mais altos, atingindo 80 µg/g. A ingestão da dieta é, portanto, grandemente influenciada pela quantidade de frutos do mar ingeridos, (OMS, 1998).

Segundo Lunde (1970) a água do mar contém 0,003 mg/L de arsênico, enquanto que os peixes apresentam teores de 1 a 20 mg/kg, sugerindo forte bioacumulação nos animais marinhos, sendo difícil entretanto, discernir quanto a natureza química do composto, se orgânica ou inorgânica.

Arsênio nos peixes

Melo *et al.* (1999) determinaram teores de arsênio em polpas e filés de diversas espécies de peixes de água doce em Pirassununga-SP, para verificar se o processo de desossa mecânica podia contribuir com aumento ou redução do teor deste elemento, os níveis encontrados diferiram entre as espécies estudadas. Todas as amostras estavam dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira.

Na Espanha, Muñoz (2000), determinou arsênio total e arsênio inorgânico em duas espécies de peixe fresco e em frutos do mar. Recomendaram que a legislação deveria ser baseada em níveis de arsênio inorgânico em vez do arsênio total.

Storelli e Marcotrigiano (2000a) no Mar Adriático ao Sul da Itália, estudaram cinco espécies de peixes e encontraram altas doses de arsênio total, entretanto concluíram que não há perigo para a saúde humana devido ao baixo consumo de peixe e seus produtos.

Teixeira *et al.* (1981) fizeram um levantamento na Bacia do Rio Jacuí (onde se incluía o então Rio Guaíba), coletaram 1432 amostras de água, sedimento do fundo e organismos bentônicos e analisaram metais pesados entre outros o arsênio. Recomendaram que se intensificasse o levantamento das fontes poluidoras da região e que se estudasse de forma sistemática o sedimentos e os organismos aquáticos do rio afim de sustar o processo de degradação destes.

Teixeira *et al.* (1983) estudaram a ocorrência de metais pesados na Bacia do Jacuí, utilizando a Piava e o Pintado entre outros peixes do Guaíba com a finalidade de caracterizar, o então Rio Guaíba, como um ecossistema e experimentar o peixe como um bioindicador do acúmulo de substâncias agressivas ao ambiente e ao homem, os autores relacionaram os níveis desses elementos na água, no sedimento de fundo e nos peixes.

Teores de arsênio total em várias espécies de peixes de água doce e marinho, nos países abaixo:

Autores	País	Água Doce	Água salgada
Schoof (1999)	USA	0,16 mg/kg	2,36 mg/kg
Stranai (1998)	Eslováquia	< 1 mg/kg	
Staveland (1993)	Noruega		4,1 – 5,2 mg/kg
Falandysz (1988)	Polônia		0,13 - 5,1 mg/kg
Ramelow (1989)	USA	0,3 µg/g	
Yamauchi (1980)	Japão		62-1270 mg/g
Sanchez Saez (1981)	Espanha		0,3 - 8,5 mg/kg
Prokhorov (1981)	URSS		0,28 – 1,71 mg/kg
Brzozowska (1980)	Polônia	0,12 mg/kg	1,45 mg/kg
Egaas (1977)	Noruega		0,53 mg/kg
Yasuda (1977)	Japão		0,41 mg/kg
Markowski (1974)	Polônia		2,5 mg/kg

Mantovani e Angelucci (1992), apontam, ainda, para a necessidade de que mais trabalhos sejam efetuados para se avaliar a qualidade dos pescados consumidos pela população quanto aos teores de arsênio e para a importância da coleta de dados a respeito, que pode contribuir para uma possível alteração da legislação vigente no país.

Legislação

A legislação brasileira prevê limites máximos de arsênio para peixes, em específico, devendo ser considerada para nível de orientação.

A Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabeleceu que os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos com relação ao arsênio em peixes e produtos de peixe é de 1,0 mg/kg. (Brasil 1998).

O Brasil é signatário da resolução 102/94 (Anexo 2) do Mercosul que estabelece níveis de arsênico para peixes e produtos de peixe em 1,0 mg/kg.

O Comitê do Codex Alimentarius sobre Pescado e Produtos Pesqueiros reconhece que as forma de arsênico orgânico presente nos frutos do mar precisam considerações diferentes daquelas do arsênico inorgânico da água (Comisión del CODEX Alimentarius,1994).

2.2.2 Riscos por bactérias

Segundo a OPAS (1996), a água, os alimentos de origem animal e os vegetais são veículos freqüentes de *E.coli*. Considerando as exigências para crescimentos dos coliformes fecais, tais como temperatura entre 7 e 48°C, pH entre 4,4 e 9,0 e concentração de cloreto de sódio de até 6%, as condições de manipulação e manutenção de alimentos durante a preparação e comercialização são de vital importância.

Os alimentos e a água, podem servir como veículo de agentes patogênicos ao homem. Segundo Jay (1994) os microorganismos indicadores de contaminação dos alimentos são geralmente usados para monitorar, detectar mudança de qualidade, classificar e restringir o seu uso, sendo que os maiores riscos à saúde estão associados ao consumo de água ou alimento contaminados por material fecal.

Segundo Gava (1984) o principal “indicador” microbiano de poluição fecal é a *Escherichia coli*. A presença desta bactéria indica a contaminação do alimento, produzida de forma direta ou indireta. Prevê também, a possível existência de germes patogênicos no produto, em razão de suas más condições de higiene. Alguns microorganismos, apesar de suas características nocivas, podem ser de utilidade para concluir sobre o estado higiênico-sanitário de produtos alimentícios, das instalações e locais da captura.

Dentre os agentes bacterianos provenientes do pescado estão as enterobactérias, que o pescado pode carregar devido as condições de vida que lhe são oferecidas, como o tipo e qualidade sanitária da água de criação. As contaminações

mais comuns, nestes casos são por coliformes de origem fecal, como a *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, bactérias estas, comuns no trato gastrointestinal dos animais em geral, *Staphylococcus aureus*, provenientes do manipulador, bactérias do gênero *Proteus*, por contaminação da água (importante para águas marinhas), bactérias dos gêneros *Clostridium* e *Vibrio*, (Evangelista, 1987).

Aspectos da epidemiologia, sinonímia, ocorrência nos homens e animais, distribuição geográfica, fontes de infecção e modos de transmissão, diagnóstico, controle e caracterização destes agentes como zoonoses ou doenças transmissíveis comuns ao homem e aos animais encontram-se exaustivamente descritos em Acha e Szyfres (1986).

Segundo Franco e Landgraf (1996), as funções exercidas pelos microorganismos indicadores utilizados em alimentos são: a) fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação, sobre a provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial do alimento; e, b) indicar condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento. O indicador ideal de contaminação fecal, de acordo com os mesmos autores, deveria ter como habitat exclusivo o trato intestinal do homem e outros animais, ocorrer em números muito altos nas fezes, apresentar alta resistência extra-enteral e se possível de detecção e/ou contagem através de técnicas rápidas, simples e precisas.

O grupo dos coliformes totais compreende os bacilos Gram negativos não formadores de esporos, fermentadores de lactose e produtores de gás, quando incubados a 35-37°C, por 48 horas, pertencentes à família *Enterobacteriaceae*. Entre todas as espécies do grupo, apenas *Escherichia coli* tem como habitat primário o intestino do homem e dos animais. Portanto, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (Franco e Landgraf, *ibid.*).

A presença no alimento de coliformes fecais, ao contrário, é uma indicação mais segura da eventual presença de enteropatógenos e das condições higiênico-sanitárias do produto. Pertencem a este grupo os coliformes totais fermentadores de lactose, com produção de gás à 44-44,5°C. Nestas condições, cerca de 90% das cepas fermentadoras são *E. coli*. (Franco & Landgraf, *ibid.*; OPAS, 1996; Mossel e Garcia, 1984).

Para Hajdenwurcel (1998) o grupo coliformes totais compreendem todas as bactérias anaeróbias facultativas, gram negativas, não formadoras de esporos, com capacidade de fermentar a lactose com produção de ácido e gás a 32-35° C, dentro de 48h. Pertencem a este grupo os gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Números elevados de coliformes indicam falhas higiênicas ao longo do processamento e armazenamento do produto ou deficiência do tratamento térmico, como pasteurização, já que não são organismos esporulados. Para a mesma autora coliformes fecais são as bactérias com forma de bastonetes, gram negativas, não esporuladas, anaeróbias facultativas, capazes de fermentar a lactose com produção de gás em 24h a 44,5–45,5°C. A finalidade desta análise é a determinação de coliformes de origem gastrointestinal, porém, sabe-se que *Enterobacter* e *Klebsiella*, pertencentes a este grupo, apresentam também origem não fecal (água, solo e vegetais). Por estes motivos a presença de coliformes fecais em alimentos é menos representativa como indicador de contaminação fecal, do que a enumeração de *E. coli*, porém mais significativa do que a presença de coliformes totais, dada a alta incidência de *E. coli* dentro do grupo de coliformes fecais. *Escherichia coli*, apesar de ser uma bactéria que pode ser introduzida no alimento a partir de outras fontes não fecais, é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o presente.

Segundo Rolle e Mayr (1966), a *E. coli* é um habitante obrigatório do intestino grosso no homem e em animais de sangue quente, com exceção do cobaio. Sua difusão fora do corpo do animal ocorre somente através do conteúdo intestinal, melhor dito, fezes, assim que, quando esta bactéria é detectada em água, leite, carne, e subprodutos, presume-se contaminação por fezes. Por isto, sob o ponto de vista da higiene, a constatação de *Escheria coli* constitui um indicador de más práticas de manipulação. *Enterobacter aerogenes* é por sua vez encontrado principalmente no trato intestinal de animais de sangue frio, peixes e insetos. Entre esta bactéria e a *E. coli* persiste um antagonismo, no qual *E. aerogenes* é o mais forte e expulsa *E. coli* do meio ambiente. Como exemplo, mosca doméstica e mosca de estábulo, as quais constantemente encontram-se em contato com *E. coli* nas fezes, entretanto não apresentam esta bactéria em seu trato intestinal, pois as mesmas são excluídas pelo *E. aerogenes*, mesmo sendo absorvidas em grande quantidade.

Pode-se, através de ações preventivas, de boas práticas e de controle, manter o pescado em condições de consumo até a mesa do consumidor.

Para o RIISPOA (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal) do Ministério da Agricultura, pescado compreende os peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana (art.438). (Brasil 1980).

Condições de consumo são aquelas características físicas, químicas e microbiológicas apresentadas por um produto, que garantem ao mesmo o seu uso esperado e seguro pelo consumidor. (Evangelista, 1998).

Segundo Mossel e Moreno (1993) o pescado capturado nos oceanos está livre de microorganismos patógenos entéricos, mas o mesmo não acontece para os peixes de rios, lagos, estuários, que se apresentam freqüentemente contaminados. Muitas vezes o pescado alberga parasitos e em outras ocasiões contém quantidades significativas de amins vasopressoras. Se este pescado não for conservado adequadamente, para evitar a proliferação de bactérias psicotróficas que decarboxilam a histidina e a fenilalanina, poderão ocorrer intoxicações alimentares.

Hess e Tarr (1950) *In*: Jay (1992) afirmam que a parte interna do pescado é saudável, livre de microorganismos, ainda que alguns autores sejam contrários a isto.

O pescado é uma das fontes principais de proteína para o homem fato que não o exime de ser um alimento suscetível à deterioração, devido à atividade água elevada, sua composição química, seu teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e, também, ao pH próximo da neutralidade. (Franco e Landgraf, 1996).

A composição química do pescado varia em função da espécie, época do ano e condições de alimentação. O teor de carboidratos na maioria dos pescados é baixo, exceto nos moluscos. Por este motivo, na sua deterioração, estes alimentos se utilizam de substâncias nitrogenadas não-protéicas o que eleva o pH. Entre essas substâncias nitrogenadas, não protéicas está o óxido de trimetilamina (TMAO), aminoácidos, bases nitrogenadas voláteis, ácido úrico e uréia, que apresentam teores variados conforme a espécie de peixe. Os pescados de água doce não apresentam TMAO. (Franco e Landgraf 1996).

A microbiota do pescado é também influenciada pelo seu habitat, sendo um dos principais fatores de seleção a temperatura, uma vez que ela raramente ultrapassa 20°C ao longo do ano. Por isso, as condições são mais favoráveis ao desenvolvimento de uma microbiota psicrotrófica do que a uma estritamente mesófila. (Franco e Landgraf, 1996).

Para Mossel e Moreno (1993) alimento seguro é o alimento livre de contaminações. As contaminações dos alimentos que podem causar problemas à saúde do consumidor segundo a SBCTA (1993) podem ser classificadas:

- a) **patogênica**: presença de microorganismos patogênicos no alimento.
- b) **toxigênica**: causada por toxinas produzidas por microorganismos presentes no alimento.
- c) **resíduos químicos**: oriundos do uso inadequado de metais pesados, pesticidas, antibióticos, hormônios, solventes e aditivos.
- d) **materiais estranhos**: oriundos das matérias-primas ou de falhas no processo de fabricação.

O preparo de alimentos seguros e de qualidade passa pela aplicação dos Princípios de Boas Práticas de Fabricação e da Análise de Riscos e Pontos Críticos de Controle, segundo Bryan (1992) e SBCTA (1993).

Pra Bryan (*op.cit.*), a finalidade básica do controle sanitário é impedir ou reduzir ao mínimo a proliferação dos microorganismos presentes na flora natural ou a contaminação do produto por microrganismos patogênicos ou contaminantes químicos.

De acordo com Mossel *ibid.* a contaminação e a proliferação de microorganismos nos alimentos podem ocorrer em quatro fases:

- a) **Primária** (carga microbiana da matéria prima)
- b) **Secundária** (aumento na população microbiana durante o processamento)
- c) **Terciária** (recontaminação do alimento após o processamento)
- d) **Quaternária** (contaminação e/ou desenvolvimento de microorganismo durante o preparo de alimentos manufaturados)

Segundo Governo Estado São Paulo no Seminário sobre Tecnologia de Salga e Defumação de pescado ocorrido em Campinas em 1995, os peixes já apresentam por ocasião da captura, uma microflora natural potencialmente deterioradora, que são

as encontradas naturalmente no ambiente marinho, embora não incluindo usualmente microorganismos indicadores ou bactérias patogênicas. Por isto, medidas devem ser adotadas logo no início do processo de industrialização visando inibir o desenvolvimento ou reduzir o grau de contaminação do produto. Para maior eficiência, tais medidas devem se iniciar imediatamente após a captura, no barco, através de:

- não expor o peixe aos raios solares
- não permitir que ele se debata demasiadamente antes da morte
- gelá-lo após a captura
- evitar acumulação em pescado não eviscerado, pois a compressão excessiva dos peixes provoca ruptura do intestino e derrames do seu conteúdo, originando focos de contaminação.

- exame rigoroso do pescado na chegada para constatar evidências de deterioração, odores anormais etc., descartando qualquer peixe deteriorado

- descarregamento do pescado em tanques de lavagem, com água potável, sem recirculação e contendo 20 ppm de cloro disponível, resfriada a 4,4° C ou menos.

- lavá-lo com pulverização em água clorada após a remoção do tanque

- eviscerá-lo sempre, sobretudo o de maior tamanho (+ 1 kg), com sangramento, de forma tal a produzir uma rápida e abundante saída de sangue

- a descamação, quando aplicável, deve ser efetuada antes da lavagem

- se o pescado não for sofrer processamento imediato, efetuar a inspeção, descartando os peixes deteriorados, e refrigerar o pescado em caixas limpas com armazenamento em câmara com temperatura de 3° a 4,4°C.

Frazier (1993) conceitua ambiente como o conjunto de fatores com os quais o pescado entra em contato imediatamente após sua captura: o ar, equipamentos diversos, o gelo, etc. irão influir na microflora do produtos, antes e durante o processamento.

Através do ambiente, o pescado poderá vir a sofrer aumento no grau de contaminação, inclusive com a introdução de microorganismos patogênicos ou inibidores de condições higiênicas ou sanitárias deficientes.

Para Frazier (*op.cit.*), a flora microbiana do peixe vivo depende da carga microbiana das águas onde ele vive. Na mucilagem que recobre a superfície externa do pescado se encontram bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Serratia*, *Vibrio* e *Bacillus*.

Segundo o mesmo autor, Frazier (*ibid*) o pescado procedente de águas doces se encontra colonizado pela flora microbiana própria destas águas, que inclui, além dos acima referidos, *Aeromonas*, *Lactobacilos*, *Brevibacterium* e *Streptococcus*. No intestino do pescado se encontram bactérias dos gêneros *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia*. Barcos, as caixas, os recipientes e os pescadores logo se contaminam com estas bactérias e as transmitem ao pescado durante as operações de limpeza.

De todos os alimentos cárneos, o pescado é o mais sensível a autólise, a oxidação e a hidrólise das gorduras e a alteração por microorganismos. Por este motivo, de acordo com Frazier (*ibid*) a conservação exige tratamento rápido mediante métodos de conservação e com freqüência estes métodos são de maior intensidade que os empregados para carne. Quando o pescado é capturado longe do entreposto, os métodos de conservação se devem aplicar ainda no barco pesqueiro. Imediatamente após a captura se deve eviscerar com a finalidade de deter a atividade das enzimas digestivas do intestino. É possível que as vantagens conseguidas com o eviscerado sejam anuladas pelo atraso no resfriamento rápido do pescado.

Para Frazier (*ibid*) a rigidez cadavérica é especialmente importante para que se conserve o pescado, já que retarda a aparição da autólise post-mortem e a decomposição bacteriana. Portanto qualquer procedimento que prolongue a duração da rigidez cadavérica aumenta o tempo de conservação. Terá maior duração se antes de morrer, o peixe teve pouca atividade muscular, não tenha sido manipulado bruscamente e não tenha sido machucado durante sua captura e/ou no tratamento posterior, sabendo-se que algumas espécies de pescado tem maior duração que outras.

Os métodos de assepsia para reduzir a contaminação dos alimentos marinhos são difíceis de aplicar, se bem que parte da contaminação grosseira que tem lugar antes de tratar o pescado se pode evitar mediante limpeza e desinfecção geral dos

barcos, das coberturas, das caixas e demais utensílios e da equipe do entreposto e se utilizando gelo de excelente qualidade bacteriológica. A eliminação da terra, tanto das superfícies contaminantes como do pescado, mediante procedimentos apropriados de limpeza, inclusive empregando soluções detergentes eficazes, contribui muito para reduzir a carga bacteriana da superfície do pescado (Frazier, *ibid*).

O emprego de calor, de baixas temperaturas de refrigeração, congelamento, dessecação, antioxidantes, conservantes e radiações também podem dar excelentes resultados. Pode-se utilizar também germicidas no gelo.

A *E. coli* é hóspede habitual do intestino de homens e animais, e por isto, amplamente distribuída no ambiente. Sua presença no alimento indica contaminação fecal e risco potencial à saúde. É certo, também que este gênero bacteriano é destruído pelo cozimento doméstico, entretanto pode ser responsável por contaminação cruzada entre alimentos, podendo provocar graves episódios diarreicos e, dependendo da cepa, distúrbios hemorrágicos, (Franco e Landgraf 1996).

Analisando os resultados do trabalho de Bendati *et al.* (2000) que avaliou a qualidade das águas do Lago Guaíba com relação a coliformes fecais, verifica-se que a densidade de organismos tipo coliformes fecais foi o parâmetro mais sensível às alterações de qualidade da água, o que justifica a escolha desta característica para definir a condição das águas do lago. Anexo A pág. 90.

Almeida (2001) analisou 43 amostras de pescado *in natura* (pintado) comercializado em Cuiabá, MT, proveniente do pantanal matogrossense, quanto a presença de *Escherichia coli*, concluindo que o alto grau de contaminação das amostras colocava em risco a saúde da população consumidora.

Gaspar *et al.* (1997), comparando 24 amostras de peixes de água doce, comercializados em Fortaleza CE, com 24 amostras de água salgada, em relação a contaminação por coliformes fecais, encontrou nos testes de NMP (número mais provável) no pescado de origem marinha maior percentual de amostra com valores acima do permitido pela legislação nacional, o que permitiu aos autores afirmarem que o pescado comercializado na feira estava impróprio para ser consumido.

Lira (2001) avaliando a qualidade de peixe Serra (*Pristis pectinata*) em Maceió, AL encontrou que todas as amostras analisadas se encontravam dentro dos limites da legislação em vigor para coliformes fecais.

No município de Seropédica RJ, Agnese *et al.* (2001) analisou 26 amostras de peixes marinhos, com a finalidade de avaliar as condições higiênico-sanitária deste pescado. Os resultados obtidos permitiram aos autores concluir que os peixes comercializados naquele município encontravam-se em condições de consumo, no que se refere a enumeração de coliformes fecais, porém os valores enumerados de coliformes fecais evidenciaram a importância de maior controle na higiene de elaboração e comercialização do pescado.

Na cidade de São Luís no Maranhão, Nascimento *et al.* (2001) analisando a contaminação fecal em 12 espécies de água doce, encontraram em todas as amostras, quantidades $> 10^2/g$, limite máximo exigido pela portaria 451/97 (Brasil 2001) e concluíram que o estuário do rio estava contaminado com coliformes fecais acima do permitido pela legislação brasileira.

Hoffmann (1999) em levantamento da qualidade higiênico-sanitária de pescado, em várias espécies comercializadas em São José do Rio Preto SP, encontrou em amostras de Pintado e de Pintado da Amazônia < 3 NMP/g. Encontrou amostra de Cascudo e Manjuba positivas para *Escherichia coli*.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabelece os critérios e os padrões microbiológicos para alimentos, para pescados e produtos de pesca limita em 10^2 NMP/g de coliformes de origem fecal. Esta legislação, (Anexo B pág.93), está em harmonia com o as do Mercosul, da qual o Brasil é signatário Brasil (2001).

2.3 Exposição do Problema

O Lago Guaíba em Porto Alegre, RS é uma fonte de pesca artesanal perfeitamente integrada no contexto social, cultural e econômico da cidade, podendo outrossim, o peixe constituir-se em uma das maiores fontes de ingestão de mercúrio e de arsênio para o homem. A contaminação do peixe é progressiva e ocorre através da cadeia trófica e da água.

Propõem-se como problemas de pesquisa:

Qual a qualidade toxicológica deste pescado artesanal como alimento, bem como quais os índices de contaminação por metais pesados como arsênio e mercúrio nesta matéria prima?

Qual a qualidade bacteriológica expressa em coliformes fecais e totais?

Quais os riscos que este pescado artesanal, como alimento, representa para a saúde dos consumidores e dos próprios pescadores?

2.4 Hipóteses

Como hipóteses de pesquisa estima-se que o pescado de origem artesanal do Lago Guaíba apresente valores de Mercúrio e Arsênio abaixo dos níveis permitidos para resíduos biológicos em tecido animal, embora possa-se esperar diferenciação segundo as espécies de pescado e os locais de captura. Em relação a colimetria total e fecal deste pescado artesanal, considerando-se as condições de afluência do lago Guaíba, estimam-se valores acima do permitido pela legislação brasileira.

Presume-se ainda que a qualidade de vida dos pescadores artesanais, de suas famílias e dos consumidores deste pescado não encontra-se em situação de risco.

CAPÍTULO II

**Níveis de Mercúrio como indicadores biológicos, na avaliação da qualidade do
pescado artesanal do Lago Guaíba Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul,
Brasil**

RESUMO

A presença de mercúrio foi avaliada em 27 amostras de Piava (*Leporinus obtusidens*) e de Pintado (*Pimelodus maculatus*) originárias do Lago Guaíba, Porto Alegre-RS., por espectrofotometria de absorção atômica. Excetuando-se duas amostras de Pintado, os níveis de mercúrio em todas as amostras analisadas, estavam abaixo de 0,5µg/g limite tolerado pela legislação vigente no Brasil para peixes não-predadores. O teor médio encontrado no Pintado de 0,216 mg/kg \pm 0,103 é significativamente maior ($p=0.001$), comparada ao da Piava (0,094 mg/kg \pm 0,091) e um dos motivos para explicar este fenômeno é o fato dos Pintados serem peixes omnívoros de nível trófico elevado e as Piavas, por sua vez, de nível trófico baixo (herbívoros). Os resultados sugerem mais estudos de monitoramentos em outras espécies de peixes do lago, para que os dados obtidos possam ser utilizados pelas autoridades de preservação ambiental na proteção da saúde humana, qualidade dos alimentos, proteção e preservação dos ecossistemas regionais

Palavras chave: mercúrio, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, Piava, Pintado, Lago Guaíba, metais pesados, pescado.

SUMMARY

Level of Mercury on *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) e *Pimelodus maculatus* (Lacèpède, 1803) in Guaíba Lake in the city of Porto Alegre, RS.

Mercury were assayed on 27 samples of *L. obtusidens* and 27 samples of *P. maculatus*, captured on the Guaiba lake, P. Alegre,RS. The Mercury level was assayed by Atomic Absorption Spectrophotometer and the data showed that the level was bellow of 0,5 µg/g recomendem by the Brazilians authorities to no predators fishes.

The methodology of this research is based on the National Plan of Animal residues Control created by the Brazilian Agriculture Ministry.

The average found in *P. maculatus* (0,216 mg/kg) is significantly higher ($p=0.001$) than that obtained in *L. obtusidens* (0,094 mg/kg) and the presence of Mercury is probably due to the fact of the Pintados (*P. maculatus*) being fishes of a high trophic levels (omnivorous) and the Piavas (*L. obtusidens*), on the other hand, a lower trophic level fish (herbivorous). Results suggest that more studies are necessary, monitoring other fish species, looking for more data that can be used by local authorities, regarding environmental preservation, human health protection and food quality.

Keywords: mercury, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, fish, Guaíba lake, heavy metals.

INTRODUÇÃO

O Lago Guaíba está inserido na porção final de uma bacia hidrográfica que drena 30% da área do Estado do Rio Grande do Sul. Este lago encontra-se em frente a Porto Alegre e ao sul do Parque Estadual do Delta do Jacuí, um arquipélago de 18 ilhas originadas por depósitos de sedimentos carregados pelos rios que formam a Bacia. Possui área de 49.600 ha (496Km²) e tem bacia de acumulação de água com capacidade de 1,5 bilhões de m³ com extensão de 50 Km e largura variando de 1 a 20 km, com uma profundidade média de 2 m (MENEGAT *et al.*, 1998 e Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, 2000).

Nesta bacia hidrográfica, estão situados os núcleos industriais mais importantes do Estado, concentrando dois terços da produção industrial e, conseqüentemente, 70% da população dos maiores centros urbanos, incluindo a capital Porto Alegre. O Guaíba é, portanto, o grande receptor dos efluentes produzidos na Região Metropolitana e no nordeste do Estado. (BRUTTO, 2001).

O Lago Guaíba representa um importante manancial hídrico, tanto no aspecto social como no biológico. No primeiro caso, porque além de proporcionar

uma área de lazer, serve como principal fonte de abastecimento de água para mais de um milhão e trezentas e sessenta mil pessoas. (IBGE, 2001). Com referência à fauna de peixes, aspecto biológico, o Guaíba é um local de ocorrências sazonais de algumas espécies de peixes provenientes do sul da Laguna dos Patos (LUCENA et al., 1994), assim como possui cerca de 56 espécies residentes permanentes. Contiguamente associado ao complexo de ilhas que formam o delta do Jacuí, o Guaíba abriga igualmente grande diversidade animal e vegetal.

O problema da contaminação do meio ambiente por metais pesados alcança, hoje em dia, dimensões mundiais devido à expansão industrial, sendo observado tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimentos.

Os peixes, por serem consumidores e pertencerem ao nível superior do ecossistema aquático, acumulam poluentes, daí a sua grande importância em testes de toxicidade e contaminações. DIAS & TEIXEIRA FILHO (1994).

No estudo de HARTZ (2000) sobre a dieta alimentar do Pintado (*Pimelodus maculatus*) do Lago Guaíba, os principais itens observados foram matéria orgânica, restos de insetos e de vegetais, constituindo-se numa dieta onívora. O sedimento foi um item adicional em quase todo o período da pesquisa, demonstrando maior atividade alimentar da espécie junto ao fundo do lago, por isto, considerando a dieta da espécie onívora-iliófaga.

De uma maneira geral, os representantes da família Anostomidae são herbívoros, com tendência à onivoria (Resende *et.al.* 1998 *In* Hartz, *op.cit.*).

Segundo a OPAS (1996), o metilmercúrio se acumula nos organismos aquáticos, de acordo com os níveis tróficos, sendo que as concentrações mais elevadas são observadas nos grandes peixes carnívoros. A acumulação na fauna profunda, inclui o plancton, e seria seguida por acumulação em espécies como o *rubio* e finalmente nos grandes peixes carnívoros, e alertam para a importância da absorção do metilmercúrio diretamente da água pelas brânqueas, depender do nível trófico do peixe. Quanto mais elevado é o nível trófico, mais importantes é a ingesta proveniente dos alimentos.

As espécies biológicas, pelo exposto, podem ser usadas como sentinelas da existência da poluição mercurial a níveis perigosos.

Levando-se em conta as considerações acima, este trabalho teve por objetivo determinar quantitativamente a presença de mercúrio no pescado artesanal do Lago Guaíba e avaliar os riscos para a população consumidora deste pescado. A Piava é a espécie mais comercializada na cidade de Porto Alegre e o Pintado a mais consumida pelos pescadores e suas famílias e são as espécies mais abundantes do Lago e a base econômica dos pescadores artesanais.

Segundo a OMS (1998), excetuando-se as comunidades expostas a altos níveis de poluição por efluentes ou emissões industriais ricas em metais pesados, o alimento e a dieta são as fontes mais importantes destes elementos tóxicos. A proporção de ingestão de metais pesados normalmente responsável pelo conteúdo destes elementos nos alimentos e água potável chega a 98% no caso do mercúrio. O metilmercúrio, a forma mais tóxica do elemento, causa o maior risco para a saúde a partir de exposição ambiental ou da dieta. Dentre as variáveis que influenciam a tolerância ao mercúrio encontra-se o estágio de desenvolvimento fisiológico. Durante a gestação e a lactação o metilmercúrio pode ser transferido da mãe para a progênie através da placenta ou leite materno. Assim, maior proporção da dose ingerida é propensa de se acumular no organismo de crianças jovens mais do que em crianças mais velhas ou adultos. O desenvolvimento incompleto da barreira hemato encefálica também reduz a capacidade de restringir o acúmulo deste metal pelo cérebro em crianças jovens. Ambas, as conseqüências imediatas de tal acúmulo e a possibilidade de que possam perturbar a maturação de tecidos, tais como o sistema nervoso central, levaram a fortes suspeitas de que a vulnerabilidade aos efeitos da exposição a metais pesados é particularmente alta em estágios iniciais de crescimento e desenvolvimento.

A concentração biológica, em tipos alimentares específicos também influencia a ingestão da dieta do mercúrio e além disso, pode intensificar sua toxicidade. As ingestões típicas totais da dieta relatadas foram na faixa de 2 a 6 μg de mercúrio dia para crianças e 2 a 4 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para adultos, o mercúrio do peixe e alimentos de origem marinha foi responsável por cerca de 40% e frutas e vegetais 20%. A contribuição do peixe é acentuadamente maior em algumas comunidades e isto, juntamente com a biotransformação em mercúrio orgânico tóxico em ecossistemas marinhos, aumenta o significado das anomalias ambientais na distribuição do mercúrio, (OMS 1998).

Os estudos epidemiológicos sintetizados pelo Grupo de Especialistas Suecos em 1971, in (OMS, 1998) indicam que nos pescadores e suas famílias, as ingestas diárias de metil mercúrio podem elevar-se a valores de 200 µg/dia e que um indivíduo teria uma ingesta extraordinariamente elevada de 800 µg/dia. Um efeito genotóxico que resulta em aberrações cromossômicas também foi demonstrado nas populações expostas ao metilmercúrio.

O Comitê de Especialistas da Junta sobre Aditivos Alimentares (FAO & WHO, 1989) está ciente da variação dos níveis de mercúrio que ocorre nos peixes. Esta variação tem sido mostrada para correlacionar vários fatores incluindo, tamanho e idade dos peixes, espécies (espécies predadoras normalmente contém altos níveis de mercúrio), conteúdo de mercúrio na água e no sedimento, e o pH da água. O Comitê notou a diferença existente nos níveis elevados de metilmercúrio encontrados em certos peixes provenientes de águas poluídas e níveis similares podem resultar também da poluição industrial.

O pescado é a maior fonte de ingestão de mercúrio para o homem. A contaminação do pescado é progressiva e ocorre através da cadeia trófica e da água. O mercúrio é fixado preferencialmente no grupamento sulfidríla da proteína do pescado, acumulando-se, principalmente, como metilmercúrio, que é caracteristicamente neurotóxico e a forma química mais deletéria para o homem. (MORALES-AIZPURÚA *et al.* 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridos de pescadores artesanais do Lago Guaíba, durante os meses de junho de 2000 até setembro de 2001, originários de três locais de captura no lago: no Delta, à jusante do Lago e no canal de navegação, 27 amostras de Piava *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) e 27 de Pintado do Guaíba, *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803). Os peixes adquiridos frescos e eviscerados foram levados ao laboratório em caixas de isopor.

O Mercúrio foi analisado no equipamento FIMS-400 da Perkin Elmer, dedicado para análise de mercúrio, pela técnica de absorção atômica sem chama “Flame Less”. (US. 1991).

A amostra depois de digerida com ácido nítrico, foi oxidada com permanganato de potássio e reduzida com borohidreto de sódio, determinando-se o vapor de mercúrio metálico.

Os reagentes utilizados tinham pureza analítica compatível. A Validação do método de dosagem do mercúrio total foi feita usando o músculo do peixe como matriz e foi realizada conforme Procedimento Operacional Padrão “Validação de metodologias analíticas quantitativas por espectrofotometria de absorção atômica” do MAPA/LARA/PORTO ALEGRE/RS – Seção de Análise Físico-Química-Sector de Espectrofotometria de Absorção Atômica.

O limite de detecção foi de 0,30 µg/kg. O limite de quantificação de 8,00 µg/kg. A recuperação média foi de 98,03 %, o desvio padrão 8,72 e coeficiente de variação 8,89. A faixa de linearidade foi de 1,00 a 8,00 µg/kg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados das análises de mercúrio segundo a espécie do pescado. Em duas amostras de Pintado os valores encontrados (0,557 e 0,564) mg/kg ultrapassaram o limite tolerado pela legislação vigente no país para peixes não predadores.

Tabela 1 - Valores de mercúrio em pescado artesanal (*L.obtusidens* (Valenciennes, 1847) e *P. maculatus*, Lacèpède, 1803 do Lago Guaíba, Porto Alegre-RS, no período de junho de 2000 a setembro de 2001.

Espécie	N	Mínimo mg/kg	Máximo mg/kg	Média Mg/kg	D Padrão
<i>Leporinus obtusidens</i>	27	0,020	0,362	0,094	0,091
<i>Pimelodus maculatus</i>	27	0,036	0,564	0,216	0,103

A média encontrada nos Pintados (0,216 mg/kg) é significativamente maior ($p=0.001$), quando comparada à das Piavas (0,094 mg/kg)

A Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabeleceu que os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos com relação ao mercúrio em peixes são de 0,5 mg/kg para não predadores e de 1,0 mg/kg para predadores. (BRASIL 1998),

A Organização Mundial da Saúde estima que em cerca de 95% do pescado produzido mundialmente em águas não poluídas os níveis de mercúrio estão abaixo

de 0,3 mg/kg (WHO 1972). As médias das duas espécies estudadas no presente trabalho confirmam esta estimativa.

Os resultados obtidos apesar de estarem dentro dos limites oficiais, aumentaram em relação ao trabalho pioneiro de TEIXEIRA *et al.* (1983) estes autores analisaram níveis de mercúrio na Piava e no Pintado procedentes do Lago Guaíba, também capturados por pescadores da Colonia de Pescadores Z5. Os níveis encontrados encontram-se na Tabela 2. Valores inferiores aos deste trabalho o que nos leva a supor que aumentou a poluição por mercúrio no lago.

Tabela 2. Comparação da concentração de mercúrio encontrados pelos pesquisadores Teixeira (1983) e Möllerke (2001) nas espécies *L. obtusidens* e *P. maculatus*, do Lago Guaíba, Porto Alegre-RS .

Espécie	Teixeira (1983) mg/kg		Möllerke (2001) mg/kg	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
<i>L. obtusidens</i>	0,006	0,140	0,020	0,362
<i>P. maculatus</i>	0,017	0,310	0,036	0,564

Em 1981 TEIXEIRA *et al.* já haviam analisados os níveis de mercúrio nos moluscos do Rio Guaíba e encontraram no Delta 0,02 a 0,05 µg/g e no Estuário 0,04 a 0,06 µg/g. Nesta época o, Lago Guaíba era tido como rio.

Níveis muito próximos foram encontrados por BIDONE *et al.* (1997) no Rio Tapajós no Pará BR analisando 238 peixes de 9 espécies carnívoras e 6 não carnívoras adquiridos nos mercados locais. A média de mercúrio encontrada foi de 0,42 µg/kg para os carnívoros e 0,062 µg/kg para os não carnívoros, níveis superiores aos encontrados no presente trabalho, o que se explica pelo fato do Rio Tapajós se encontrar próximo a zona de garimpos. Níveis semelhantes ao da presente pesquisa foram os de CHICOUREL *et al.* (1995) ao analisarem o pescado comercializado em São Paulo SP. Os níveis encontrados estavam abaixo de 0,5 µg/g, limite tolerado pela legislação vigente no Brasil, exceto no cação azul (*Prionace Glauca*) onde os níveis de mercúrio ultrapassavam este limite até um máximo de 1,5µg/g em 87% das amostras analisadas. Estes peixes são carnívoros de vida longa o que explicaria o acúmulo do metal. Entretanto LIPARASI *et al.* (2000) encontraram em 25 exemplares de peixe espada capturados em Niterói RJ a média

de 0,145 ppm, níveis dentro do permitido pela legislação brasileira vigente, mesmo se tratando de peixes carnívoros de grande porte e com atividade migratória.

ROMANO *et al.* (1999) em cinco espécies de peixes do litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, zona pesqueira reconhecida pela ausência de poluição, cujos peixes foram adquiridos frescos e eviscerados dos pescadores, encontraram valores de mercúrio entre 0,002 a 0,463 ppm semelhantes aos desta pesquisa.

KITAHARA *et al.* (2000) quantificaram mercúrio total em 11 espécies de peixes de água doce de diversas procedências comerciais, entre estas a *P. maculatus* conhecida pelos autores como mandi, que apresentaram níveis que variaram entre 0,05 e 0,11 mgHg/kg, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho, sendo que ao contrário deste, todas as amostras estavam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente.

No Rio Madeira a montante de Porto Velho, zona de garimpo na década de 1980, BOISCHIO (1997) estudou 273 domicílios sobre o consumo de peixe pela população ribeirinha e analisou os cabelos desta população e os peixes por ela consumidos. Constataram que os peixes de nível trófico elevado (omnívoros e carnívoros) apresentaram concentrações médias mais altas (0,55 e 0,64 ppm) do que as médias de Hg (0,10 e 0,15 ppm) dos peixes de nível trófico baixo consumidos com maior frequência, estes últimos semelhantes aos encontrados nos peixes deste trabalho.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa:

- permitem observar que as amostras se encontram dentro dos níveis de mercúrio aceitos pela legislação Brasileira.
- em relação aos locais de captura não houve diferente entre os níveis de mercúrio encontrados.
- sugerem que houve aumento importante nos níveis do metal nas espécies estudadas quando comparados com os de 1983 do mesmo local.
- devem ser levados em conta, considerando-se a toxicidade do mercúrio para a população exposta (mulheres grávidas, crianças, idosos pescadores e suas famílias).

Os autores recomendam um programa de vigilância e controle deste metal nos peixes do Lago Guaíba onde seja dada ênfase aos níveis de qualidade para o ambiente aquático que garantam diretamente a proteção e preservação dos ecossistemas regionais e indiretamente, a proteção da saúde do consumidor.

BIBLIOGRAFIA

BIDONE, E.D. et al. Fish Contamination and human exposure to mercury in the Tapajós River Basin, Pará State, Amazon, Brazil: A screening approach. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.59, p.194-201. 1997.

BOISCHIO, A.A. Exposição ao mercúrio através do consumo de peixe dentre os ribeirinhos do Alto Madeira, Rondônia. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo. v 10 n.2, p.75-142,1997. Suplemento.

BRASIL Vigilância 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. Acesso em 17 jul.2001.

BRUTTO, L. F. G. **Ecologia humana e etnoecologia em processos participativos de manejo**: o caso do Parque Estadual de Itapuã, RS, e os pescadores artesanais. 2001, 106 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Faculdade de Biologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2001.

CHICOUREL,E.L. et al. Mercúrio em pescado comercializado em São Paulo SP, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n.2, p.144-149, jul/dez, 1995.

COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO GUAÍBA. Qualidade da água no Lago Guaíba. **Caderno de Informações** Porto Alegre, nov., 2000.

DIAS, E.R.A; TEIXEIRA FILHO, A.R. A utilização de peixes como animais para experimentação. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.8, n. 31, p.14-16, 1994.

FAO **FAO YEARBOOK**, Roma,1994. (FAO Fischeris Series, n.44).

FAO;WHO **Evaluation of certain food additives and contaminants**. Thirty-third report of the Joint Expert Committee on Food Additives. Geneva, 1989. (WHO Technical Report Series, n 776).

FAO;WHO **Evaluation of certain food additives and contaminants**. Twenty-second report of the Joint Expert Committee on Food Additives. Geneva, 1978 (WHO Technical Report Series, n 631)

HARTZ, S.M. et al. Alimentação da Piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae) no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.145-150, 2000.

IBGE. **Censo demográfico 2000**: sinopse preliminar. Brasília: 2001. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo_2000/default.shtm>. Acesso 20 abr. 2001.

KITAHARA, S.E; et al. Mercúrio total em pescado de água doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.2, p.267-273, maio/ago, 2000.

LIPARASI, F; MÁRSICO, E.T.; SANTOS, N.N.S.; LIMA, F.C. Determinação dos teores de mercúrio em amostras de peixe espada (*Trichiurus lepturus*), coletadas na praia de Itaipú- Niteói, RJ. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 77, p 37-39, 2000.

LUCENA, C.; JARDIM, A.; VIDAL, E. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, v.7, p.3-27, 1994.

MENEGAT, R. et al. **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS, 1998. 228p.

MORALES-AIZPURÚA, I.C. et al. Mercúrio total em cação comercializado em São Paulo-SP, Brasil. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, Campinas,v.3, p.429-432,set/dez.1999.

OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. São Paulo. ROCA. 1998. 297p.

OPAS. **Contaminación microbiana de los alimentos vendidos en la via pública en ciudades de América Latina y características socio-economicas de sus vendedores e consumidores**. Cidade de México, 1996. 196p.

PREGNOLATTO, W.; TOLEDO, M., \$ SANTESSO, N. Teor de Mercúrio em águas da baixada Santista. São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.39 , p.5-15, 1979.

ROMANO, V.P. et al. Níveis de mercúrio em cinco espécies de peixes do litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, RJ. **Higiene Alimentar**. São Paulo, v.13, n. 60 p.49-54, 1999.

TEIXEIRA, AR et al. Ocorrência de Metais Pesados e Outras Substâncias Tóxicas na Bacia do Jacuí. **Boletim do DMAE**. Porto Alegre, n.31, 66p. 1981.

TEIXEIRA, AR *et al.* Inventário e Classificação da Ictiofauna do Rio Guaíba. Pesquisa de Metais e Substâncias Tóxicas. **Boletim do DMAE.**, Porto Alegre, n.41, 84p., 1983. Trabalho apresentado no 12º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental , Balneário Camboriú. 1983.

UNITED STATES. Departament of Agriculture. **Food Safety and Inspection** {Washington}: Service Analytical Chemistry Laboratory Guidebook.1991. ASN Method 5.010.1991.

WHO. **Evaluation of mercury, lead, cadmium and the food additives amaranth, diethylpyrocarbonate, and octyl gallate.** Geneva.1972. (WHO Food Additives Series, n 4).

WHO. **Mercúrio.** Geneva, 1978. 148.p. (Criteria de salud ambiental, v.1).

CAPÍTULO III

**Níveis de Arsênio total como indicador biológico, na avaliação da qualidade do
pescado (*Leporinus obtusidens* e *Pimelodus maculatus*) do Lago Guaíba em
Porto Alegre RS-Brasil.**

Total Arsenic levels as a bioindicator in the evaluation of fish quality (*Leporinus obtusidens* and *Pimelodus maculatus*) from the Guaiba Lake, Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil.

¹ Roseli de Oliveira MÖLLERKE ; ² Isa Beatriz NOLL ; ³ Maria Aparecida Brum Espírito SANTO; ⁴ Diego Möllerke NORTE.

¹ Doutora, Professora Adjunta. Faculdade de Veterinária da UFRGS, *Av. Bento Gonçalves, 9090 CEP 90540-000, Porto Alegre-RS Email: roselim@adufrgs.ufrgs.br. Autora para correspondência.

² Doutora, Professora Adjunta, Instituto de Tecnologia de Alimentos da UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500 CEP 90540-000. Porto Alegre-RS. Email: isabnoll@adufrgs.ufrgs.br.

³ Bel. Química, Fiscal Federal Agropecuário, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento- Lara/RS, Estrada da Ponta Grossa, 3036 CEP 91780-580 Porto Alegre –RS Email: cida@cpovo.net

⁴ Acadêmico da Faculdade de Veterinária da UFPEL, Av. Nilópolis, 155-201. CEP 90460-050. Porto Alegre-RS. Email: diegon@cpovo.net

Níveis de Arsênio total como indicador biológico, na avaliação da qualidade do pescado (*Leporinus obtusidens* e *Pimelodus maculatus*) do Lago Guaíba em Porto Alegre, RS. Brasil.

RESUMO

Foram avaliadas, quanto a presença de arsênio, 27 amostras de *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) “Piava” e 27 de *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803) “Pintado”, capturados no Lago Guaíba, P.Alegre, RS. Os níveis de arsênio total foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica com gerador de hidretos. Os níveis encontrados estavam abaixo de 1,0 mg/kg, limite tolerado pela legislação vigente no Brasil para peixes e seus produtos. A média encontrada nas Piavas foi de 0,14 mg/kg e nos Pintados 0,14 mg/kg. Os resultados sugerem mais estudos de monitoramentos em outras espécies de peixes do lago, para que os dados obtidos possam ser utilizados pelas autoridades de preservação ambiental na proteção da saúde humana e qualidade dos alimentos.

Palavras chave: arsênio, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, Piava, Pintado, Lago Guaíba, metais pesados, Peixe, Pescado.

INTRODUÇÃO

O Lago Guaíba está inserido na porção final de uma bacia hidrográfica que drena 30% da área do Estado do Rio Grande do Sul. Este lago encontra-se em frente a Porto Alegre e ao sul do Parque Estadual do Delta do Jacuí, um arquipélago de 18 ilhas originadas por depósitos de sedimentos carregados pelos rios que formam a Bacia. Possui área de 49.600 ha (496Km²) e tem bacia de acumulação de água com capacidade de 1,5 bilhões de m³ com extensão de 50 Km e largura variando de 1 a 20 km, com uma profundidade média de 2 m (Menegat *et al.*¹⁶ e Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, 2000⁵).

Nesta bacia hidrográfica estão situados os núcleos industriais mais importantes do Estado, concentrando dois terços da produção industrial e, conseqüentemente, 70% da população dos maiores centros urbanos, incluindo a

capital Porto Alegre. O Guaíba é, portanto, o grande receptor dos efluentes produzidos na Região Metropolitana e no nordeste do Estado. (Brutto³).

O Lago Guaíba representa importante manancial hídrico, tanto no aspecto social, como no biológico. No primeiro caso porque, além de proporcionar área de lazer, serve como principal fonte de abastecimento de água para mais de um milhão e trezentas e sessenta mil pessoas (IBGE¹⁰). Com referência ao aspecto biológico, o Guaíba é um local de ocorrências sazonais de algumas espécies de peixes provenientes do sul da Lagoa dos Patos (Lucena *et al.*¹²), com 56 espécies residentes permanentes. Contiguamente associado ao complexo de ilhas que formam o delta do Jacuí, o Guaíba abriga igualmente grande diversidade animal e vegetal. Menegat *et al.*¹⁶; Torgan *et al.*²¹ comprovam que os locais menos contaminados deste lago ainda apresentam qualidade adequada à preservação dos organismos aquáticos.

No Rio Grande do Sul, o consumo de pescado é de 3,5 kg/hab/ano, bem aquém do preconizado pela FAO⁷, de 13,1 kg/hab/ano. Se, por hipótese, o consumo fosse estimulado para alcançar o recomendado pela FAO, a quantidade demandada aumentaria para, aproximadamente, 78.000 toneladas de pescado/ano somente no Rio Grande do Sul.

O problema da contaminação do meio ambiente por metais pesados alcança, hoje em dia, dimensões mundiais, sendo observado tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento, devido à expansão industrial.

Os peixes, por serem consumidores e pertencerem ao nível superior do ecossistema aquático, acumulam poluentes, daí a sua grande importância em testes de toxicidade e contaminações (Dias e Teixeira Filho⁶).

O arsênio, não tem características de essencialidade, como a tem outros metais (zinco, cobre, manganês e cromo), constituindo-se em objeto de preocupação dado a sua importância toxicológica. O efeito tóxico deste elemento depende da forma em que ele se encontra. Os compostos orgânicos são reconhecidamente menos tóxicos que os inorgânicos (Lunde¹³) e destes último, os compostos trivalentes são os mais tóxicos (Flanjak⁸), estes responsáveis pela presença de quantidades substanciais de arsênio, contidas em peixes e frutos do mar, componentes significativos da dieta na contaminação humana (OMS¹⁸).

Ao arsênio é atribuída também atividade carcinogênica, estabelecendo-se associação epidemiológica entre câncer de pele, de fígado e de pulmão e ingestão prolongada de águas de abastecimento e vinhos contaminados ou contato ocupacional na produção de pesticidas e nas indústrias produtoras de ligas metálicas (Casarett & Doull⁴).

A Organização Mundial da Saúde diminuiu a IDA (Ingestão Diária Aceitável) de 50µg/kg de peso corpóreo para 2µg/kg com a recomendação de que mais trabalhos sejam efetuados para elucidar a natureza do composto arsenical que ocorre nos alimentos, em particular, em alimentos marinhos, onde os níveis são geralmente mais elevados (Lawrence¹¹; Mantovani & Angelucci¹⁴).

A Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde estabeleceu que os níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos com relação ao arsênio em peixes e produtos de peixe é de 1,0 mg/kg. (Brasil¹).

No Brasil existem poucos dados quanto a sua presença em alimentos de uma maneira geral e, sobre sua presença em peixes, muito pouco até o momento se encontra registrado.

As espécies biológicas, pelo exposto, podem ser usadas como sentinelas da existência da poluição mercurial a níveis perigosos.

Levando-se em conta as considerações acima, este trabalho teve por objetivo determinar quantitativamente a presença de arsênio no pescado do Lago Guaíba e avaliar os riscos para a população consumidora deste pescado. A Piava é a espécie mais comercializada na cidade de Porto Alegre e o Pintado a mais consumida pelos pescadores e suas famílias e são as espécies mais abundantes do Lago e a base econômica dos pescadores pois também é o mais utilizada nos subprodutos de peixe.

Além do fator econômico a escolha destas espécies teve como base o habitat e os hábitos alimentares; a Piava, peixe de nível trófico baixo, vive no interior do lago e é herbívora (Hartz⁹) enquanto o Pintado, de nível trófico elevado, é omnívoro, alimentando-se nas margens e também no sedimento. (Resende *et.al.* In Hartz, *op.cit.*).

Levando-se em conta as considerações acima, este trabalho teve por objetivo determinar quantitativamente a presença de arsênio em duas espécies de peixes do Lago Guaíba e fundamentar ações e políticas públicas de saúde subseqüentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridos, de pescadores artesanais do Lago Guaíba, durante os meses de junho de 2000 até setembro de 2001, originários de três locais de captura no lago; no Delta, à jusante do Lago e no canal de navegação, 27 amostras de Piava (denominação local) *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) e 27 de Pintado do Guaíba (denominação local) *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803).

Os peixes adquiridos frescos e levados ao laboratório em caixas de isopor. As amostras (músculo) livre de gordura e tecido conjuntivo foram analisadas em triplicata, conforme Procedimento Operacional Padrão EAA método 400/01 (Brasil²). O arsênio foi determinado quantitativamente após mineralização por via seca com nitrato de magnésio/ácido nítrico, dissolução da cinza com ácido clorídrico e posterior diluição com água destilada e deionizada (1:10). A arsina foi gerada pela técnica de hidretos no equipamento MHS - 10 Perkin - Elmer e quantificada no espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo 2380, utilizando-se lâmpada EDL específica para arsênio, num comprimento de onda de 193 nm (US²²).

A Validação do método foi realizada conforme Procedimento Operacional Padrão “Validação de metodologias analíticas quantitativas por espectrofotometria de absorção atômica” do MAPA/LARA/PORTO ALEGRE/RS - Seção de Análise Físico- Química – Setor de Espectrofotometria de Absorção Atômica. (BRASIL²).

O limite de detecção foi de 5 µg/kg e o limite de quantificação de 10 µg/kg.

Quanto a recuperação a média dos valores testados para 20 repetições de fígado foi de 102,55 %, o desvio padrão 8,06 e o coeficiente de variação: 7,86. Para 16 repetições de rim a recuperação média foi 100,46 %, o desvio padrão: 5,86 e o coeficiente de variação: 5,84.

A curva padrão de As foi linear de 5 a 40 µg/kg e o coeficiente de correlação de 0,9908.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de arsênio total analisados nas Piavas variaram de 0,01 a 0,38 mg/kg e a concentração média e o desvio padrão foram de $0,14 \pm 0,09$ mg/kg respectivamente e nos Pintados variou de 0,03 a 0,56 mg/kg e a média e o desvio

padrão foram de $0,14 \pm 0,15$ mg/kg respectivamente. Nenhuma amostra ultrapassou o limite tolerado pela legislação vigente no país de 1,0 mg/kg para peixes. (Brasil¹). Não houve diferença na média entre as duas espécies. Nas análises estatísticas utilizou-se o teste de t de Student.

Muñoz *et al*¹⁷, na Espanha determinaram arsênio total e inorgânico em espécies de peixes e em outros frutos do mar, onde 66% das amostras estavam acima do permitido pela legislação Espanhola, para arsênio total, o mesmo do Brasil para peixes e frutos do mar.

Storelli e Marcotrigiano¹⁹, por sua vez, encontraram valores de arsênio entre 5,85 mg/kg e 61,5 mg/kg, em cinco espécies de peixes capturados no Mar Adriático. Todas as amostras apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pela legislação de vários países e os autores consideraram a variação dos resultados devido aos diferentes hábitos das espécies, principalmente das que tem seu habitat próximo ao sedimento.

No Brasil, Mantovani e Angelucci¹⁴, determinaram os teores de arsênio em sardinhas e atum "in natura", em dois períodos de aquisição das amostras, encontrando 1,53 e 1,58 mg/kg na Sardinha inteira e 0,85 e 1,51 mg/kg no Atum. Este trabalho também mostra a contaminação de espécies marinhas, que apresentam níveis de contaminação acima do limite permitido pela legislação brasileira, na maioria das amostras.

Em 1983, Teixeira *et al*²⁰ analisaram por colorimetria, no então Rio Guaíba, várias espécies de peixes com relação aos níveis de arsênio na musculatura e vísceras, encontrando valores que variaram de ND - 1,00 mg/kg e ND a 3,98 mg/kg, respectivamente. É interessante observar que, para as mesmas espécies analisadas no mesmo lago, a musculatura da Piava apresentou valor médio de 0,90 mg/kg e a do Pintado 0,39 mg/kg, resultados mais elevados do que os do presente trabalho, determinados por espectrofotometria. As metodologias diferentes empregadas poderiam justificar os resultados encontrados, uma vez que métodos mais sofisticados apresentam maior sensibilidade.

A contaminação por arsênio também foi avaliada por Melo *et al*¹⁵, em polpa e filé de 7 espécies de pescado de água doce, criados em tanques e alimentados com ração (não incluindo pintado e piava), em Pirassununga, SP. Os valores encontrados,

também por espectrofotometria de absorção atômica, em filés, variaram de 0,027 a 0,066 mg/kg, resultados que diferem aos encontrados para piava e pintado, 0,144 e 0,142 mg/kg, em média, respectivamente, no presente trabalho. As características ambientais, alimentares e os hábitos das diferentes espécies analisadas poderiam explicar estas diferenças.

Os resultados encontrados evidenciam a necessidade de mais trabalhos, monitorando outras espécies incluindo água e sedimento, buscando mais dados que possam servir de subsídio para as autoridades locais, encarregadas de preservar, vigiar o ambiente, a saúde da população e os alimentos.

**Total Arsenic levels as a bioindicator in the evaluation of fish quality
(*Leporinus obtusidens* and *Pimelodus maculatus*) from the Guaíba Lake, Porto
Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil.**

ABSTRACT

Levels of Arsenic were detected in 27 samples of *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) and 27 samples of *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803) from Guaíba Lake, Porto Alegre, RS. The methodology utilized involved digestion with Mg/NO₃, solubilization with HCl and further dilution with de-ionized water (1:10). Arsenic detected by Atomic Absorption Spectrophotometer (MHS - 10 Perkin - Elmer). Data obtained showed that the average levels found in *P. maculatus* (0,14 mg/kg) and in *L. obtusidens* (0,14 mg/kg) were under 1,0 mg/kg, the recommended limit by Brazilian authorities for fish and fish products. Results suggest that more studies are necessary, monitoring other fish species, looking for more data that can be used by local authorities, regarding environmental preservation, human health protection and food quality.

Keywords: arsenic, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, artless fish, Guaíba Lake, heavy metals. Fish.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL Vigilância 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. Acesso em 17 jul.2001.
2. BRASIL Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Análise de Arsênio por Espectrofotometria de Absorção Atômica – EAA Método nº 400/01**. Manual de Métodos de Análise de Resíduos Biológicos em Produtos de Origem Animal. Brasília DF: MAPA, 2001.
3. BRUTTO, L. F. G. **Ecologia humana e etnoecologia em processos participativos de manejo**: o caso do Parque Estadual de Itapuã, RS, e os pescadores artesanais. 2001, 106 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Faculdade de Biologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2001.
4. CASARETT, L.J. & DOULL, J. **Toxicologia: a ciência básica dos tóxicos**. Lisboa: McGraw-Hill , 2001. 864p.
5. COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO GUAÍBA. Qualidade da água no Lago Guaíba. **Caderno de Informações** Porto Alegre, nov., 2000.
6. DIAS, E.R.A; TEIXEIRA FILHO, A.R. A utilização de peixes como animais para experimentação. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.8, n. 31, p.14-16, 1994.
7. FAO **FAO YEARBOOK**, Roma,1994. (FAO Fischeris Series, n.44).
8. FLANJAK, J. Inorganic and organic arsenic in some commercial east Australian crustaceae. **J. Food Sci.** V.33,p.579 - 583, 1982.
9. HARTZ, S.M. et al. Alimentação da Piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae) no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.145-150, 2000.
10. IBGE. **Censo demográfico 2000**: sinopse preliminar. Brasília: 2001. Disponível em < http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo_2000/default.shtm>. Acesso 20 abr. 2001.
11. LAWRENCE, J.F. et al. Identification of arsenobetaine and arsenocholine in Canadian fish and shellfish by high-performance liquid chromatography with atomic absorption detection and confirmation by fast atom bombardment mass

- spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.34, n.2, p.315-319, 1986.
12. LUCENA, C.; JARDIM, A.; VIDAL, E. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, v.7, p.3-27, 1994.
 13. LUNDE, G. Analysis of arsenic and selenic in marine raw materials. **J.Sci. Food Agric.** v.21,n.5, p.242 - 247, 1970.
 14. MANTOVANI, D.M.B.; ANGELUCCI, E. Avaliação do teor de arsênico em atum e sardinha. **Bol. SBCTA**, Campinas, v.26, n.1, p.1-5, 1992.
 15. MELO, L.F.C.; MORGANO, M.A.; MANTOVANI, D.M.B. Avaliação do teor de arsênio total em pescado de água doce. **Rev. Inst.Adolfo Lutz**, v.58, n 2, p.81-86, 1999.
 16. MENEGAT, R. et al. **Atlas Ambiental de Porto Alegre**_ Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS, 1998. 228p.
 17. MUÑOZ, O.*et al.* Total and Inorganic Arsenic in Fresh and Processed Fish Products. **J.Agric.Food.Chem.**, Easton, v.48, p. 4369-4376, 2000.
 18. OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. São Paulo. ROCA. 1998. 297p.
 19. STORELLI, M.M.; MARCOTRIGIANO, G.O. Organic and inorganic arsenic and lead in fish from the South Adriatic Sea, Italy. **Food Add. Contam.** v.17, n.9, 9.763-768, 2000.
 20. TEIXEIRA, AR *et al.* Inventário e Classificação da Ictiofauna do Rio Guaíba. Pesquisa de Metais e Substâncias Tóxicas. **Boletim do DMAE.**, Porto Alegre, n.41, 84p., 1983. Trabalho apresentado no 12º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental , Balneário Camboriú. 1983.
 21. TORGAN, L.C.; BECKER, V.; PRATES, H.M. Checklist das diatomáceas (Bacillariophyceae) de ambientes de águas continentais e costeiros do Estado do Rio Grande do Sul. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, nº 52, p.89-144, 1999.
 22. UNITED STATES. Department of Agriculture. **Food Safety and Inspection** {Washington}: Service Analytical Chemistry Laboratory Guidebook.1991. ASN Method 5.010.1991.

CAPÍTULO IV

**COLIMETRIAS COMO INDICADORES DE QUALIDADE DE
PESCADO ARTESANAL DO LAGO GUAÍBA EM PORTO ALEGRE, RS**
COLIMETRY AS A QUALITY MARKER OF THE FISH CAPTED ON THE
GUAÍBA LAKE , PORTO ALEGRE,RS.

Mollerke¹,R.O; Wiest², J.M.; Carvalho³, H.H.C.

RESUMO

Foram avaliadas quanto a presença de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* 43 amostras de Piava *Leporinus obtusidens* (Valenciennes, 1847) e 43 de Pintado *Pimelodus maculatus* (Lacèpède, 1803) do Lago Guaíba P.Alegre, RS. Os níveis colimétricos totais e fecais foram determinados segundo Brasil. Ministério da Agricultura (1992), utilizando-se a técnica dos Números Mais Prováveis. A presença de *E. coli* foi confirmada pelo teste do Indol. A média dos coliformes fecais é significativamente maior nos Pintados quando comparado com as Piavas ($p = 0,043$). Em relação a *E. coli* existe diferença significativa entre a Piava e o Pintado ($p=0,040$). O Pintado é significativamente mais contaminado que a Piava.

Das Piavas analisadas 4,65 % estavam acima dos níveis permitidos pela legislação brasileira para coliformes fecais e dos Pintados, 11,62 % das amostras também estavam fora destes limites. Em 23,25 % das amostras de Piava e 44,18% de Pintados foi constatada a presença de *E. coli*.

Os valores encontrados para enumeração de coliformes totais revelam a importância de um maior controle na higiene do pescado.

Palavras chave: colimetria em pescado, *Leporinus obtusidens*, *Pimelodus maculatus*, Piava, Pintado, Lago Guaíba.

SUMMARY

Total coliforms and fecal *Escherichia coli* were assayed on 43 samples of *L. obtusidens* and 43 samples of *P. maculatus*, captured on the Guaiba lake, P.Alegre, RS. The level of total coliforms were estimated following the Brazilian Food Regulation (Brasil. Ministério da Agricultura, 1992). The presence of *E coli* was detected by indol test. . The results showed that the mean of fetal coliforms ond *E coli* is higher on *L. obtusidens* than on *P. mcculatus* ($p=0,043$ and $p= 0,040$ respectively).

The results showed also that 4,65% of the *L. obtusidens* and 11,62% of the *P. maculatus* sampled have values that exceeded the peak value fixed at the Brazilian legislation. Regarding to E coli, 23,25% of the *L. obtusidens* samples and 44,18% of the *P. maculatus* samples were positive for E coli. It is concluded that the level of total coliforms founded indicated that a more close monitoring of fish sanity should be persuaded by the health authority.

Keywords: fish colimetry, Guaíba lake

INTRODUÇÃO

O Lago Guaíba está inserido na porção final de uma bacia hidrográfica que drena 30% da área do Estado do Rio Grande do Sul. O rio Jacuí é o seu maior contribuinte com 84,6% das águas formadoras, além do rio dos Sinos (7,5%), o Caí (5,2%) e o Gravataí (2,7%). Este lago encontra-se em frente a Porto Alegre e ao sul do Parque Estadual do Delta do Jacuí, um arquipélago de 18 ilhas originadas por depósitos de sedimentos carregados pelos rios que formam a Bacia. Possui área de 49.600 ha (496Km²) tem bacia de acumulação de água com capacidade de 1,5 bilhões de m³ com extensão de 50 Km e largura variando de 1 a 20 km, com uma profundidade média de 2 m (Menegat *et al.*, 1998) e (Comitê da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, 2000).

Nesta bacia hidrográfica estão situados os núcleos industriais mais importantes do Estado, concentrando dois terços da produção industrial e, conseqüentemente, 70% da população dos maiores centros urbanos, incluindo a capital Porto Alegre. O Guaíba é, portanto, o grande receptor dos efluentes produzidos na Região Metropolitana e no nordeste do Estado. Este Lago sofre com a poluição, principalmente dos dejetos orgânicos de esgotos domésticos das cidades que banha. Algumas regiões junto ao Delta apresentam baixos índices de oxigênio dissolvido e altas concentrações de coliformes fecais. No entanto, à medida que as distâncias das fontes aumentam e as margens se alargam, há dispersão natural dos poluentes (Brutto, 2001).

O Lago Guaíba representa um importante manancial hídrico, tanto no aspecto social como no biológico. No primeiro, porque além de proporcionar área de lazer, serve com principal fonte de abastecimento de água por mais de um milhão e trezentas e sessenta mil pessoas. (IBGE 2001). Com referência à fauna de peixes, no aspecto biológico, o Guaíba é um local de ocorrências sazonais de algumas espécies de peixes provenientes do sul da Laguna dos Patos (Lucena et al., 1994) bem como possui cerca de 56 espécies residentes permanentes. Contiguamente associado ao complexo de ilhas que formam o delta do Jacuí, o Guaíba abriga igualmente uma grande diversidade animal e vegetal.

Os alimentos e a água, podem servir como veículo de agente patogênicos ao homem. Segundo Jay (1994) os microorganismos indicadores de contaminação dos alimentos são geralmente usados para monitorar, detectar mudança de qualidade, classificar e restringir o seu uso, sendo que os maiores riscos à saúde estão associados ao consumo de água ou alimento contaminados por material fecal.

Os peixes, por serem consumidores e pertencerem ao nível superior do ecossistema aquático, acumulam poluentes, daí a sua grande importância em testes de toxicidade e contaminações. (Dias&Teixeira Fº 1994).

De acordo com Frazier (1993) a flora microbiana do peixe vivo depende da carga microbiana das águas onde ele vive. Na mucilagem que recobre a superfície externa do pescado se encontram bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Alcaligenes*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Serratia*, *Vibrio* e *Bacillus*.

Segundo o mesmo autor, no pescado procedente de águas doces se encontra a flora microbiana própria destas águas que inclui além dos acima referidos *Aeromonas*, *Lactobacilos*, *Brevibacterium* e *Streptococcus*. No intestino do pescado se encontram bactérias dos gêneros *Alcaligines*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Vibrio*, *Bacillus*, *Clostridium* e *Escherichia*.

Estes microorganismos, denominados indicadores, são específicos para cada tipo de alimento e, através deles, podemos não só ajuizar da contaminação dos alimentos por microorganismos patogênicos ou toxigênicos e suas toxinas, como, também, apurar o nível de higiene e sanidade dos produtos.

Segundo Gava (1984) o principal “indicador” microbiano de poluição fecal é a *Escherichia coli*. A presença desta bactéria indica a contaminação do alimento, produzida de forma direta ou indireta. Prevê também, a possível existência de germes patogênicos no produto, em razão de suas más condições de higiene.

Condições de consumo são aquelas características físicas, químicas e microbiológicas apresentadas por um produto, que garantem ao mesmo o seu uso esperado e seguro pelo consumidor. (Evangelista 1987).

O grupo dos coliformes totais compreende os bacilos Gram negativos não formadores de esporos, fermentadores de lactose e produtores de gás, quando incubados a 35-37°C, por 48 horas, pertencentes à família Enterobacteriaceae. Entre todas as espécies do grupo, apenas *Escherichia coli* tem como habitat primário o intestino do homem e dos animais. Portanto, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (Franco & Landgraf, 1996).

A presença no alimento de coliformes fecais, ao contrário, é uma indicação mais segura da eventual presença de enteropatógenos e das condições higiênico-sanitárias do produto. Pertencem a este grupo os coliformes totais fermentadores de lactose, com produção de gás a 44-44,5°C (Franco & Landgraf, 1996; OPAS, 1996; Mossel & Garcia, 1993). Nestas condições, cerca de 90% das cepas fermentadoras são *E. coli*.

O objetivo desse trabalho foi o de analisar amostras de peixes do Lago Guaíba quanto a presença de coliformes totais, fecais e *Escherichia coli* e relacionar esta contaminação com o risco da população ao consumir este pescado.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Os peixes foram adquiridos de pescadores artesanais do Lago Guaíba, durante os meses de junho de 2000 até setembro de 2001, originários de três locais de captura no lago, ou seja Jacuí, (à jusante) Guaíba (em frente a cidade de Porto Alegre) e Lagoa (à vazante). As espécies estudadas foram: *Leporinus obtusidens* (Piava-denominação local) e *Pimelodus maculatus* (Pintado do Guaíba - denominação local).

Análise de colimetria

Os níveis colimétricos totais e fecais foram determinados segundo Brasil. Ministério da Agricultura (1997), utilizando-se a técnica dos Números Mais Prováveis (caldo verde brilhante bile para coliformes totais, bem como caldo Triptona para os coliformes fecais e Teste do Indol para confirmar *E. coli*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das análises de colimetria nas duas espécies estudadas.

A média dos coliformes fecais é significativamente maior nos Pintados quando comparado com as Piavas ($p = 0,043$). Em relação a *E. coli* existe diferença significativa entre o Pintado e a Piava ($p=0,040$).

Tabela 1 – Colimétrias Total e Fecal e *E. coli* em pescado artesanal (*L.obtusidens*) Piava e (*P.maculatus*), Pintado, do Lago Guaíba Porto Alegre-RS no período de junho de 2000 a setembro de 2001.

N	<i>Leporinus obtusidens</i>				E.coli +	N	<i>Pimelodus maculatus</i>				E.coli +
	Col.Tot NMP/g	Log	Col.Fec NMP/g	Log			Col.Tot NMP/g	Log	Col.Fec NMP/g	Log	
1	240	2,38	9	0,95	-	1	9	0,95	< 3	0,48	-
2	< 3	0,48	< 3	0,48	-	2	9	0,95	< 3	0,48	-
3	< 3	0,48	< 3	0,48	-	3	23	1,36	< 3	0,48	-
4	< 3	0,48	< 3	0,48	-	4	150	2,18	< 3	0,48	-
5	23	1,36	4	0,60	+	5	240	2,38	43	1,63	+
6	15	1,18	4	0,60	+	6	240	2,38	240	2,38	+
7	4	0,60	< 3	0,48	-	7	43	1,63	4	0,60	+
8	< 3	0,48	< 3	0,48	-	8	< 3	0,48	< 3	0,48	-
9	< 3	0,48	< 3	0,48	-	9	< 3	0,48	< 3	0,48	-
10	< 3	0,48	< 3	0,48	-	10	< 3	0,48	< 3	0,48	-
11	4	0,60	4	0,60	+	11	< 3	0,48	< 3	0,48	-
12	< 3	0,48	< 3	0,48	-	12	1100	3,04	1100	3,04	+
13	4	0,60	4	0,60	+	13	29	1,46	29	1,46	+
14	< 3	0,48	< 3	0,48	-	14	>1100	3,04	93	1,97	+
15	9	0,95	< 3	0,48	-	15	1100	3,04	9	0,95	+
16	< 3	0,48	< 3	0,48	-	16	460	2,66	23	1,36	+
17	9	0,95	< 3	0,48	-	17	93	1,97	23	1,36	+
18	< 3	0,48	< 3	0,48	-	18	15	1,18	15	1,18	+
19	4	0,60	< 3	0,48	-	19	< 3	0,48	< 3	0,48	-
20	21	1,32	< 3	0,48	-	20	240	2,38	9	0,95	-
21	93	1,97	< 3	0,48	-	21	460	2,66	11	1,04	-
22	93	1,97	< 3	0,48	-	22	1100	3,04	1100	3,04	-
23	4	0,60	4	0,60	-	23	1100	3,04	28	1,45	-
24	28	1,45	28	1,45	-	24	460	2,66	20	1,30	-
25	9	0,95	23	1,36	-	25	1100	3,04	460	2,66	-
26	< 3	0,48	< 3	0,48	-	26	75	1,88	23	1,36	+
27	9	0,95	< 3	0,48	-	27	23	1,36	< 3	0,48	-
28	43	1,63	< 3	0,48	-	28	240	2,38	240	2,38	+
29	15	1,18	< 3	0,48	-	29	1100	3,04	15	1,18	+
30	< 3	0,48	< 3	0,48	-	30	150,3	2,18	< 3	0,48	-
31	43	1,63	< 3	0,48	-	31	93	1,97	< 3	0,48	-
32	43	1,63	< 3	0,48	-	32	1100	3,04	4	0,60	+
33	150	2,18	< 3	0,48	-	33	>1100	3,04	23	1,36	+
34	< 3	0,48	< 3	0,48	-	34	210	2,32	3	0,48	+
35	< 3	0,48	< 3	0,48	-	35	>1100	3,04	9	0,95	+
36	1100	3,04	75	1,88	+	36	>1100	3,04	15	1,18	+
37	460	2,66	460	2,66	+	37	>1100	3,04	9	0,95	+
38	43	1,63	23	1,36	+	38	21	1,32	< 3	0,48	-
39	93	1,97	9	0,95	+	39	23	1,36	< 3	0,48	-
40	1100	3,04	4	0,60	+	40	43	1,63	< 3	0,48	-
41	1100	3,04	< 3	0,48	-	41	93	1,97	< 3	0,48	-
42	>1100	3,04	1100	3,04	+	42	15	1,18	< 3	0,48	-
43	>1100	3,04	< 3	0,48	-	43	75	1,88	< 3	0,48	-
	\bar{x}	1,29	\bar{x}	0,79		\bar{x}	2,04	\bar{x}	1,08		
		Nº amostras E.coli +			10					19	

Valores em **negrito**: acima do tolerado pela legislação vigente no Brasil

Segundo Carvalho (1999) o Pintado é uma espécie onívora que come detritos e revolve o sedimento para alimentar-se, a Piava segundo Hartz *et al.* (2000) sendo iliófoga come restos vegetais superiores o que explicaria o fato dos Pintados desta pesquisa estarem significativamente mais contaminados que as Piavas.

Almeida *et al.* (2001) em avaliação microbiana de pescado (pintado) na região do Pantanal Matogrossense encontrou contaminações em 90,90% de coliformes totais das 43 amostras colhidas e somente em 1 amostra foram encontradas coliformes fecais e *E. coli*. Apesar do tamanho das amostras serem semelhantes, bem como ter-se utilizado o mesmo método, os resultados são diferentes no presente trabalho que encontrou 5 Pintados contaminados com coliformes fecais acima do permitido pela legislação brasileira e 19 com *E. coli*. Considerando que no Pantanal as amostras foram colhidas nos supermercados e no presente trabalho diretamente dos pescadores, pode-se supor que as amostras do Guaíba estejam mais contaminadas.

Gaspar *et al.* 1997 encontrou em 24 peixes índices de coliformes fecais acima do limite permitido pela legislação brasileira (DINAL) ou seja $10^2/g$ em 58,3% das amostras de pescado provenientes de águas doces de Fortaleza CE. Neste trabalho 8,14% das amostras estavam acima do permitido pela legislação creditamos a contaminação maior dos peixes de Fortaleza ao fato deles serem obtidos nas bancas de feira e já postejados e após isto serem levados ao laboratório para análises, aumentando o manuseio e portanto a contaminação.

As 45 amostras de pescado analisados por Lira *et al.* (2001) em Maceió Alagoas não excediam os valores de 1×10^2 NMP/g de coliformes fecais preconizados pelos padrões sanitários brasileiros, resultados diferentes da presente pesquisa podendo-se concluir que ao contrário de Maceió, nem todo o pescado do Lago Guaíba está apto para ser consumido.

Agnese (2001) avaliando as condições higiênico-sanitárias de 26 amostras de pescado fresco comercializado num município do Rio de Janeiro encontrou 100% das amostras dentro do padrão para coliformes fecais, porém encontrou *E. coli* em 9 amostras (34,6%). Resultado diferente do presente trabalho para coliformes fecais e semelhante para *E. coli*, o que nos leva a deduzir que a contaminação dos mananciais estudados na cidade de Seropédica é menor que no lago Guaíba e que a

presença de *E. coli* indica que a higienização no transporte, comercialização e manuseio foram deficientes.

Nascimento (2001) em São Luiz no Maranhão, em 43 amostras de pescado do Rio Bacanga, encontrou 100% das amostras acima do permitido na legislação com relação a coliforme fecais, resultados superiores aos do Lago Guaíba, que não se encontraria tão contaminado.

Hoffmann (1999) em São José do Rio Preto SP analisando 11 amostras de pescado, encontrou todas dentro dos limites da legislação, sendo 2 amostras positivas para *E. coli* indicando menor contaminação que no Lago Guaíba.

CONCLUSÕES

Nas condições desta pesquisa nem todo o pescado estava apto para ser consumido devido a presença de *Escherichia coli* em 33,72 % das amostras, considerando-se ainda que em 8,14 % deste pescado os níveis de coliformes fecais estavam acima do permitido pela legislação brasileira.

A presença de *E.coli* no alimento indica contaminação fecal e risco potencial à saúde. É certo, também, que este gênero bacteriano é destruído pelo cozimento doméstico, entretanto pode ser responsável por contaminação cruzada entre alimentos, podendo provocar graves episódios diarréicos e, dependendo da cepa, distúrbios hemorrágicos.

Pode-se, através de ações preventivas, de boas práticas de manipulação e de controle, manter o pescado em condições de consumo até a mesa do consumidor.

Caberá ao sistema de vigilância sanitária público a regulamentação da qualidade deste produto, bem como determinar as normas de criação, manuseio, industrialização, transporte e comercialização do mesmo.

Definir estratégias para a gestão ambiental com a recuperação dos recursos e componentes ambientais degradados e mudança das práticas que levaram a esta degradação, mobilizando os diversos setores sociais e econômicos envolvidos na questão para que viabilizem a implementação efetiva da melhoria ambiental da região.

Torna-se necessário implementar medidas racionais que dêem condições de implantar uma política de eco-desenvolvimento. Que seja dada ênfase aos critérios de qualidade para o ambiente aquático que garantam diretamente a proteção e

preservação dos ecossistemas regionais e, indiretamente, a proteção da saúde do homem.

Na educação para a saúde é fundamental uma aprendizagem que vise modificar favoravelmente as atitudes e influenciar o comportamento do indivíduo e da comunidade às práticas de saúde, mormente quando estão relacionadas às coisas, aos produtos do mundo natural, como no caso da pesca artesanal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNESE, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; SILVA, P.P.O.; OLIVEIRA, A.O. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Higiene Alimentar**. v.15, n 88 p.67-70. 2001.

ALMEIDA Fº, E.S., LINDNER, AL., SALES, K.G., EUSTÁQUIO, E., STELLATO, E., RIBEIRO, J.N. Avaliação microbiana de pescado (pintado), proveniente da região do Pantanal Matrogrossense, comercializado com e sem refrigeração, no município de Cuibá-MT, quanto a presença de patógenos de importância em saúde pública. **Higiene Alimentar**. v.15, n 80/81, p.144, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento técnico princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos**. Port.451, de 19.9.1997. Brasília. DF.

BRUTTO, L. F. G. 2001. **Ecologia humana e etnoecologia em processos participativos de manejo: o caso do Parque Estadual de Itapuã, RS, e os pescadores artesanais**. 2001 106 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) Faculdade de Ecologia. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos..

CARVALHO, S.; COSTA, A; VILLAMIL, C.; HARTZ, S.M. Dieta das espécies de Pimelodidae (Siluriformes) e Anostomidae (Characiformes) mais importantes para a pesca comercial do Lago Guaíba, Porto Alegre, Rs, BR. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICITIOLOGIA 2, Universidade Federal de São Carlos, 1999, São Carlos. **Resumos.**: p.113

COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO GUAÍBA **Caderno de Informações**, Porto Alegre, nov. 2000.

CONNELL, J.J. **Control de la calidad del pescado**. Zaragoza: Acribia, 1988. 236 p.

DIAS, E.R.A; TEIXEIRA Fº, A.R. A utilização de peixes como animais para experimentação. **Higiene Alimentar**, v.8, n. 31, p.14-16, 1994.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1987. 652p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

FRAZIER, W.C. & WESTHOFF, D.C.. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 681 p.

GASPAR JR, J.C.; VIEIRA, R.H.S.G; TAPIA, M.S.R. Aspectos sanitários do pescado de origem de água doce e marinha, comercializado na feira da Gentilândia, Fortaleza-Ceará. **Higiene Alimentar**, v.11, n. 51, p.20, 1997.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

HARTZ, S.M.; SILVEIRA, C.M.; CARVALHO, S.; VILLAMIL, C. Alimentação da Piava, *Leporinus obtusidens* (Characiformes, Anostomidae) no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesq.Agrop.Gaúcha** v.6, n.1, p.145-150, 2000.

HOFFMANN, F.L.; CRUZ, C.H.G.; VINTURIM, T.M.; FÁZIO, M.L.S. Levantamento da qualidade higiênico-sanitária de pescado comercializado na cidade de São José do Rio Preto (SP). **Higiene Alimentar**, v.12, n. 64, p.45-48, 1999.

IBGE. Censo demográfico 2000: sinopse preliminar. Brasília: 2001. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo_2000/default.shtm>. Acesso 20 abr. 2001.

JAY, J.M. **Modern Food Micro-biology**. 4.ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. v.2, p.222.

LIRA, G.M.; PEREIRA, W.D.; ATHAYDE, A.H.; PINTO K.P. Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió, Al. **Higiene Alimentar**, v.15, n. 84, p.67-74, 2001.

LUCENA, C.; JARDIM, A. VIDAL, E.. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS**, v.7, p.3-27, 1994.

MENEGAT, R.; PORTO M. L.; CARRARO, C.C. & FERNANDES, L.A. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1998. 228p.

MOSSEL, D.A.A.; MORENO GARCIA, B. **Microbiologia de los Alimentos Fundamentos ecológicso para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos**. Saragoza: Acribia , 1993. 375p.

NASCIMENTO, A.R.; MOUCHREK Fº, J.E.; CARVALHO, P.A.B.; COSTA, A.C.; CAVALCANTE, P.R.S.; VIEIRA, R.H.S.F. Colimetria das águas do Rio Bacanga (S. Luiz, Maranhão), de peixes e sururus capturados em suas águas. **Higiene Alimentar**. v.15, n. 84, p.59-66, 2001.

ORGANIZACIÓN PAN-AMERICANA DE LA SALUD (OPAS). Contaminación microbiana de los alimentos vendidos en la vía pública en ciudades de América Latina y características socio-economicas de sus vendedores e consumidores. Ciudad de México:OPAS, 176 p.1996.

CAPÍTULO V

5 DISCUSSÃO GERAL

Os animais utilizados neste estudo foram mapeados de acordo com o local em que foram pescados, relacionando-se também à estação de pesca. Cabe lembrar que nos meses de piracema, especificamente outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro ocorre, por parte das autoridades, proibição da pesca, para a proteção das espécies. No presente trabalho cumpriu-se esta determinação não estimulando a captura pelos pescadores participantes, embora em termos de amostragem, tenha se criado uma lacuna. As nove coletas foram efetivadas mensalmente entre junho de 2000 e setembro 2001, com exceção dos meses acima mencionados.

Os peixes foram adquiridos de pescadores artesanais do Lago Guaíba, junto a COOPEIXE na Ilha da Pintada. Eram originários de três locais de captura no Lago, ou seja no Delta do Jacuí, à jusante do Lago Guaíba, em frente a cidade de Porto Alegre área também designada por “canal de navegação”, bem como na Lagoa, à vazante do sistema da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba (Anexo A pág. 91). A análise dos resultados do presente trabalho não revelou diferença significativa, tanto em relação aos metais como em relação a colimetria em referência aos diferentes locais de captura.

As espécies estudadas foram: *Leporinus obtusidens* (Piava - denominação local) e *Pimelodus maculatus* (Pintado - denominação local) com características comportamentais distintas (Hartz, 2000 e Carvalho 1999). Houve diferença significativa entre estas espécies com relação a colimetria tanto fecal como para a presença de *E.coli*, apresentando-se o Pintado como mais contaminado, o que pode ser atribuído aos hábitos alimentares desta espécie.

5.1 O mercúrio

A Organização Mundial da Saúde estima que em cerca de 95% do pescado produzido mundialmente em águas não poluídas os níveis de mercúrio estão abaixo

de 0,3 mg/kg (WHO, 1989). As médias de mercúrio nas duas espécies estudadas no presente trabalho confirmam esta estimativa.

Os resultados obtidos, apesar de estarem dentro dos limites oficiais, aumentaram muito em relação ao trabalho pioneiro de Teixeira *et al.* (1983) que analisaram níveis de mercúrio na Piava e no Pintado procedentes do Lago Guaíba, também capturados por pescadores da Colonia de Pescadores Z5. Os níveis encontrados na Piava variaram de 0,006 a 0,14µg/g, e no Pintado entre 0,017 a 0,31µg/g, valores inferiores aos deste trabalho, o que nos leva a supor que teria aumentado a poluição por mercúrio no Lago.

Em 1981 Teixeira *et al.* já haviam analisado os níveis de mercúrio nos moluscos do Lago Guaíba, na época ainda denominado Rio, e encontraram no Delta 0,02 a 0,05 µg/g, e no Estuário 0,04 a 0,06 µg/g.

Morales-Aizpurúa, (1999) determinaram teores de mercúrio em diversas espécies de cação, encontrando 54% das amostras acima de 1,0 mg/kg. Estes resultados mostraram que tem sido comercializados peixes em desacordo com a legislação, expondo os consumidores a riscos tóxicos provocados pelo mercúrio. Os autores teceram considerações em relação à necessidade de inspeção e monitoramento das espécies brasileiras usadas como alimento.

Em peixes de água salgada, Pregnolato *et al.* (1974), na baixada Santista em São Paulo, alguns deles provenientes do Rio Grande do Sul, encontraram 0,25 ppm em média, resultados semelhantes aos nossos. Fukumoto (1995) em São Paulo determinou os níveis de mercúrio em peixes de água salgada e doce encontrando a média de 0,15 mg/kg para os peixes de água salgada e 0,16mg/kg para os de água doce. Estes resultados são semelhantes aos do presente trabalho. Trabalhando com populações ribeirinhas na Colômbia, Olivero *et al.* (1997), encontraram em 4 espécies de peixes do Dique Channel, níveis entre 10 a 105 µg/kg. Estes resultados são semelhantes aos do presente trabalho. Na Itália, Storelli e Marcotrigiano (2000b) analisaram 800 peixes de diferentes espécies e encontraram médias entre 0,19 a 1,26 µg/kg, atribuindo-se as diferenças ao nível trófico das espécies estudadas.

Níveis muito próximos foram encontrados por Bidone *et al.* (1997) no Rio Tapajós, no Pará, BR, tendo analisado 238 peixes de 9 espécies carnívoras e de 6

não carnívoras, adquiridos nos mercados locais. A média de mercúrio encontrada foi de 420 µg/kg para os carnívoros e 62µg/kg para os não carnívoros, níveis superiores aos encontrados no presente trabalho, o que se explica pelo fato do Rio Tapajós se encontrar próximo a zona de garimpos. Níveis de mercúrio semelhantes ao da presente pesquisa foram encontrados por Chicourel *et al.* (1995), ao analisarem o pescado comercializado em São Paulo SP. Os níveis encontrados estavam abaixo de 0,5 µg/g, limite tolerado pela legislação vigente no Brasil, exceto no cação azul (*Prionace glauca*) onde os níveis de mercúrio ultrapassavam este limite até um máximo de 1,5µg/g em 87% das amostras analisadas. Estes peixes são carnívoros de vida longa o que explicaria o acúmulo do metal. Entretanto Liparasi *et al.* (2000) encontraram em 25 exemplares de peixe espada capturados em Niterói RJ a média de 0,145 ppm, níveis dentro do permitido pela legislação brasileira vigente, mesmo se tratando de peixes carnívoros de grande porte e com atividade migratória.

Romano *et al.* (1999), em cinco espécies de peixes do litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, zona pesqueira reconhecida pela ausência de poluição, cujos peixes foram adquiridos frescos e eviscerados pelos pescadores, encontraram valores de mercúrio entre 0,002 a 0,463 ppm, semelhantes aos desta pesquisa.

No Rio Madeira, a montante de Porto Velho, zona de garimpo na década de 1980, Boischio (1997) estudou 273 domicílios sobre o consumo de peixe pela população ribeirinha e analisou os cabelos desta população e os peixes por ela consumidos. Constataram que os peixes de nível trófico elevado (omnívoros e carnívoros) apresentaram concentrações médias mais altas (0,55 e 0,64 ppm) do que as médias de Hg (0,10 e 0,15 ppm) dos peixes de nível trófico baixo, consumidos com maior frequência. Estes últimos resultados se assemelham aos encontrados nos peixes deste trabalho.

5.2 O arsênio

Teixeira *et al.* (1981) detectou, no sedimento, de fundo do Guaíba até 15 mg/kg, de arsênico naquela época considerado valor reduzido, não ultrapassando o padrão para águas brutas. Nas águas do Delta do Jacuí os mesmos autores encontraram traços de arsênio e nos moluscos examinados não foi detectado este metal. O método para análise de arsênio utilizado por Teixeira *et al.* (*op.cit.*) foi o processo colorimétrico do Dietilditiocarbamato de Prata, com sensibilidade menor

que o do presente trabalho, o que deixaria dúvidas sobre se realmente o lago não estava poluído por este metal ou se os níveis estavam tão baixos que a sensibilidade do método não os alcançava.

Nas águas do Guaíba os valores de arsênico encontrados por Teixeira *et al.* (1983) nunca ultrapassaram o limite máximo estabelecidos para águas brutas superficiais de 0,1 mg/L. No sedimento de fundo do Guaíba este metal foi encontrado raramente. Junto à Ponta do Dionísio foi determinado um teor de 15 µg/g. Nos peixes do Guaíba, naquela ocasião, 36 % das amostras analisadas apresentaram níveis de arsênio tanto na musculatura como nas vísceras onde foi encontrado os valores variaram entre 1 e 3,98 µg/g. Já na musculatura o maior valor detectado foi de 1,0 µg/g. Na musculatura da Piava os autores detectaram 0,90 µg/g e no Pintado 0,39 µg/g, valores mais altos que os do presente trabalho, como os métodos de análise diferiram, isto talvez explique a diferença.

Mantovani e Angelucci (1992) determinaram os teores de arsênio em sardinhas e atum "in natura", encontrando 1,53 - 1,58 mg/kg e 0,85 - 1,51 mg/kg, respectivamente, considerando dois períodos de aquisição das amostras. Nos mesmos produtos, enlatados, os teores médios foram de 1,2 mg/kg e 0,65 mg/kg.

A contaminação por arsênio também foi avaliada por Melo *et al.* (1999), em polpa e filé de 7 espécies de pescado de água doce, criados em tanques e alimentados com ração (não incluindo pintado e piava), em Pirassununga, SP. Os valores encontrados, também por espectrofotometria de absorção atômica, em filés, variaram de 0,027 a 0,066 mg/kg, resultados que diferem aos encontrados para piava e pintado, 0,144 e 0,142 mg/kg, em média, respectivamente, no presente trabalho. As características ambientais, alimentares e os hábitos das diferentes espécies analisadas poderiam explicar estas diferenças.

Ao contrário deste trabalho, Muñoz *et al.* (2000) encontraram arsênio na maioria das amostras de peixe fresco e de frutos do mar. Em 66% destas amostras os valores excediam o limite permitido pela legislação internacional para frutos do mar, de 1µg/g, igual a brasileira.

Storelli e Marcotrigiano (2000a), encontraram valores de arsênio em cinco espécies de peixes capturados no Mar Adriático entre 5,85 mg/kg e 61,5 mg/kg, todas as amostras estavam acima dos limites estabelecidos pela legislação de vários

países e os autores consideraram a variação dos resultados devido aos diferentes hábitos das espécies, principalmente das que tem seu habitat próximo ao sedimento.

5.3 A colimetria

Inferindo a partir dos resultados obtidos por Carvalho *et al.* (1999) que o Pintado é uma espécie onívora que come detritos e revolve o sedimento para alimentar-se, e a Piava segundo Hartz *et al.* (2000) é uma espécie iliófoga que se alimenta de restos de vegetais superiores, explicariam o fato dos Pintados nesta pesquisa estarem significativamente mais contaminados bacteriológicamente que as Piavas.

Almeida *et al.* (2001) encontraram contaminações em 90,90% de coliformes totais das 43 amostras colhidas e somente em 1 amostra foram encontrados coliformes fecais e *E. coli*. Apesar do tamanho das amostras serem semelhantes, bem como ter-se utilizado o mesmo método, no presente trabalho os resultados apresentam-se diferentes encontrando-se cinco Pintados contaminados com coliformes fecais acima do permitido pela legislação brasileira e 19 com presença de *E. coli*. Considerando-se que no Pantanal as amostras foram colhidas nos supermercados, pressupondo maior manipulação, e no presente trabalho diretamente dos pescadores, pode-se pressupor que as amostras do Guaíba estejam mais contaminadas.

Gaspar *et al.* (1997) encontrou índices de coliformes fecais acima do limite permitido pela legislação brasileira (DINAL) ou seja, 10^2 /g NPMP/g em 58,3% das amostras de pescado provenientes de águas doces. Naquele trabalho, 8,14% das amostras estavam acima do permitido pela legislação. Creditamos a contaminação maior dos peixes de Fortaleza ao fato deles serem obtidos nas bancas de feira e já postejados, após isto serem levados ao laboratório para análises, aumentando o manuseio e portanto o risco de contaminação.

As 45 amostras de pescado analisados por Lira *et al.* (2001), não excediam os valores de 1×10^2 NMP/g de coliformes fecais preconizados pelos padrões sanitários brasileiros, resultados diferentes da presente pesquisa, podendo-se concluir que ao contrário de Maceió, nem todo o pescado do Lago Guaíba está apto para ser consumido.

Agnese *et al.* (2001) avaliando as condições higiênico-sanitárias de 26 amostras de pescado fresco comercializado encontrou 100% das amostras dentro do padrão para coliformes fecais. Encontrou porém *E. coli* em 9 destas amostras (34,6%). Seus resultados diferem do presente trabalho para coliformes fecais sendo porém semelhantes para *E. coli*, o que nos leva a deduzir que a contaminação dos mananciais estudados na cidade de Seropédica, RJ é menor do que no lago Guaíba e que a presença de *E. coli* indica que a higienização no transporte, comercialização e manuseio, na referida cidade, foram deficientes.

Nascimento (2001), em 43 amostras de pescado do Rio Bacanga no Maranhão encontrou 100% das amostras acima do permitido na legislação com relação a coliforme fecais, resultados superiores aos do Lago Guaíba, que não se encontraria tão contaminado.

Hoffmann (1999), em São Paulo analisando 11 amostras de pescado, encontrou todas dentro dos limites da legislação para coliformes fecais, entretanto 2 amostras foram positivas para *E. coli* indicando menor contaminação do que no Lago Guaíba.

CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

Os resultados relativos à contaminação por metais nesta pesquisa permitem concluir, salvo melhor juízo que:

- os níveis de mercúrio e arsênio detectados nas amostras dos diferentes pescados, em sua grande maioria, encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação Brasileira.

- houve aumento importante nos níveis de mercúrio quando comparados com os de 1983 no mesmo local e nas mesmas espécies.

- as questões de risco específico por estes metais, devem ser levadas em conta, considerando-se a toxicidade do mercúrio para a população exposta (mulheres grávidas, crianças, idosos, pescadores e suas famílias).

Por outro lado, nas condições desta pesquisa, nem todo o pescado, tanto a Piava como o Pintado, estava apto para ser consumido, devido a presença de *Escherichia coli* em 33,72 % das amostras, considerando-se ainda que em 8,14 % deste pescado os níveis de coliformes fecais estavam acima do permitido pela

legislação brasileira. A contaminação por *E. coli* foi maior no Pintado do que na Piava, provavelmente por questões de etologia, não excluindo-se porém questões de manipulação, no caso, artesanal.

A presença de *E. coli* no alimento indica contaminação fecal e risco potencial à saúde. É certo, também, que este gênero bacteriano é destruído pelo cozimento doméstico, entretanto pode ser responsável por contaminação cruzada entre alimentos, podendo provocar graves episódios diarréicos e, dependendo da cepa, distúrbios hemorrágicos.

A luz do exposto, estratégias poderiam ser recomendadas para avaliar o risco da população exposta, bem como subsidiar ações e políticas públicas de saúde relacionadas a integração do pescado artesanal do Lago Guaíba, no cotidiano dos trabalhadores de pesca, bem como, de seus clientes consumidores, considerando as relações homem-natureza-alimento. Em outras palavras, o pescador artesanal continuar pescando no Lago Guaíba, sem poluir o ambiente, à si próprio e a seus clientes-consumidores, sem prejuízo das características tradicionais deste alimento, o pescado artesanal. As estratégias seriam as seguintes:

- Colheita, análise e avaliação de dados: determinação dos níveis de *E. coli*, Arsênio e Mercúrio nos peixes manipulados e/ou componentes da alimentação da população baseados em métodos oficiais de análise.

- Descrição e análise dos hábitos e das técnicas no preparo, consumo destes alimentos

- Identificação e caracterização dos aspectos culturais, indicando aos Órgãos de Saúde pública o risco que a população tem de agravo a saúde, interrompendo a ocorrência e prevenindo a evolução.

- Determinação de pontos críticos para a coleta do pescado e boas práticas na manipulação após a captura, inclusive desinfecção com hipoclorito e outros desinfetantes admitidos na legislação.

- Identificação e monitoramento na população exposta dos indivíduos mais sensíveis (mulheres grávidas, idosos, crianças).

- Determinação dos padrões de consumo de alimentar e da dieta típica total.

- Alertar para os riscos de concentração dos metais, principalmente o mercúrio, na manufatura de subprodutos como farinha de peixe (exemplares de pequeno porte) com o crescimento do trabalho no entreposto da cooperativa.

- Como medidas específicas de saúde pública poderiam ainda ser recomendados:

- Monitoramento da população exposta, com a finalidade de fazer o diagnóstico precoce, na ótica da epidemiologia.

- Instrumentalização da comunidade para interação com as autoridades encarregadas de preservar, vigiar o ambiente, a saúde da população e os alimentos.

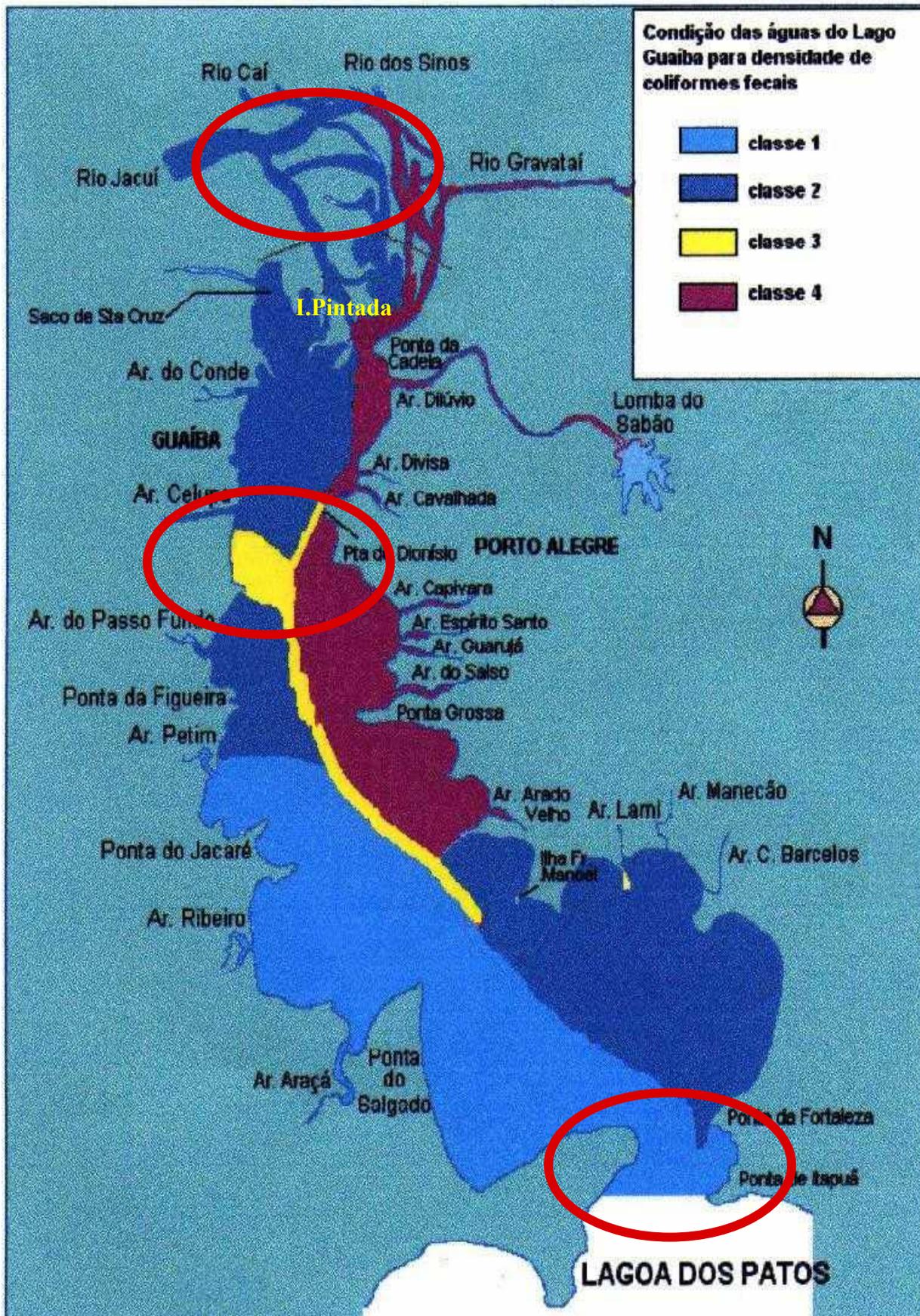
- Supervisão sanitária da manipulação, estocagem, distribuição, preparação dos alimentos (peixes).

- Conscientização e educação da comunidade como parceiros na responsabilidade da sua qualidade de vida e promoção da saúde.

- Ficar atento sob o ponto de vista cultural, pois não temos o hábito de ingerir peixe cru, mas a globalização pode mudar este perfil aumentando os riscos para a população consumidora.

ANEXO A

Anexo A



Fonte: Bendati, 2000

ANEXO B

MERCOSUL/GMC/RES. N° 102/94

INORGANICOS

TENDO EM VISTA:

O Art. 13 do Tratado de Assunção, o Art. 10 da Decisão N° 4/91 do Conselho do Mercado Comum, a Resolução N° 91/93 do Grupo Mercado Comum, e a Recomendação N° 83/94 do SGT N° 3 - "Normas Técnicas".

CONSIDERANDO:

- Que é conveniente estabelecer limites máximos de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos.
- Que os Estados Partes concordaram nesta primeira etapa em estabelecer limites máximos de tolerância de contaminantes para determinados alimentos.
- Que os Estados Partes consideram conveniente recomendar a implementação de medidas visando lograr a diminuição dos limites máximos acordados.

O GRUPO MERCADO COMUM RESOLVE:

Art. 1º. - ficam estabelecidos os seguintes limites máximos de tolerância para contaminantes inorgânicos:

ARSENICO -

Graxas vegetais 0.1 mg/kg

Graxas e emulsoes refinadas 0.1 mg/kg

Graxas hidrogenadas 0.1 mg.kg

Açúcares 1.0 mg/kg

Caramelos e balas 1.0 mg/kg

Bebidas alcoólicas fermentadas 0.1 mg/kg

Bebidas alcoólicas fermento-distiladas 0.1 mg/kg

Cereais e produtos de e ... base de cereais 1.0 mg/kg

Sorvetes comestíveis 1.0 mg/kg

Ovos e produtos de ovos 1.0 mg/kg

Leite fluído, pronto para consumo 0.1 mg/kg

Mel 1.0 mg/kg

Peixe e produtos de peixe 1.0 mg/kg

Produtos de cacao e derivados 1.0 mg/kg

Chá, mate e café e derivados (mat. prima) 1.0 mg/kg

Azeites e graxas vírgens 0.4 mg/kg

Azeites, graxas e emulsoes refinadas 0.1 mg/kg

Caramelos e balas 10 mg/kg

Bebidas alcoólicas fermentadas 10 mg/kg

Frutas, hortaliças e sementes oleaginosas in-natura e

sementes oleaginosas in-natura e industrializadas 10 mg/kg

Sorvetes comestíveis 10 mg/kg

Lactose 2.0 mg/kg

Mel 10 mg/kg

ESTANHO

Sucos de frutas cítricas (nao-enlatados) 150 mg/kg

CHUMBO

Azeites, graxas e emulsoes refinadas 0.1 mg/kg

Caramelos e balas 2.0 mg/kg

Cacau (exceto manteiga de cacao e chocolate adoçado) 2.0
mg/kg

Chocolate adoçado 1.0 mg/kg

Dextrose (glucose) 2.0 mg/kg

Sucos de frutas cítricas 0.3 mg/kg

Leite fluído, pronto para consumo 0.005mg/kg

Peixes e produtos da pesca 2.0 mg/kg

Alimentos para fins especiais, preparados especialmente para lactantes e crianças até
três anos 0.2 mg/kg

Partes comestíveis cefalópodos 2.0 mg/kg

CADMIO

Peixes e produtos da pesca 1.0 mg/kg

MERCURIO

Peixes e produtos da pesca (exceto predadores) 0.5 mg/kg

Peixes predadores 1.0 mg/kg

Art 2º. - Os Estados Partes colocarao em vigor as disposicoes legislativas,
regulamentárias e administrativas necessárias para dar cumprimento ... presente
Resolução por intermédio dos seguintes organismos:

Argentina:

Ministerio de Salud y Acción Social

Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos

- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca
- Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV)
- Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA)
- Secretaria de Indústria
- Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV)

Brasil:

Ministério da Saúde

Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária

Paraguai:

Ministerio de la Salud Pública y Bienestar Social

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Uruguai:

Ministerio de Salud Pública

Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca

Ministério de Indústria, Energia y Minería

- Laboratório Tecnológico del Uruguay (LATU)

Art.3º. - A presente Resolução entrará em vigor em 1º de janeiro de 1995.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL, A.B.; OEHME, F.W. A review of the biochemical roles, toxicity and interactions of zinc, copper and iron: IV. Interactions. **Veterinary Human Toxicology**, Manhattan, US, v.32, n.5, p.456-458, 1990.

ANGELUCCI, E. **Contaminantes metálicos em alimentos**. Campinas: ITAL, 1981.

ALDINI, R.; BIGLIARDI, D.; ZANOTTI, A. Presenza di metalli pesanti in prodotti alimentari conservati. **La Rivista delle Sostanze Grasse**, Milano, v.64, p.49-52, feb. 1987.

ALMEIDA FILHO, E.S. et al. Avaliação microbiana de pescado (pintado), proveniente da região do Pantanal Matogrossense, comercializado com e sem refrigeração, no município de Cuiabá-MT, quanto a presença de patógenos de importância em saúde pública. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n.80/81, p.144, 2001.

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales**. Washington: OPS/OMS, 1986. 989 p. (Publicación científica, n. 503).

AGNESE, A.P. et al. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n.88, p.67-70, 2001.

ARAÚJO, S. **Bruxas e bruxarias na Ilha da Pintada, Porto Alegre, RS**. 1998. 122f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BENDATI, M.M. Avaliação da qualidade da água do Lago Guaíba (Rio Grande do Sul-Brasil) como suporte para a gestão da Bacia Hidrográfica. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 27., 2000. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2000. p.279.

BIDONE, E.D. et al. Fish contamination and human exposure to mercury in the Tapajós River Basin, Pará State, Amazon, Brazil: a screening approach. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.59, p.194-201, 1997.

BOISCHIO, A.A. Exposição ao mercúrio através do consumo de peixe dentre os ribeirinhos do Alto Madeira, Rondônia. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v.10, n.2, p.75-142, 1997. Suplemento.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº12, de 2 de jan. de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 29 out. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regulamento técnico princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos.** Port.451, de 19.9.1997. Brasília. DF.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 685 de 27 de ago. 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 ago. 1998. n 165, p 28-29. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/685_98.htm>. Acesso em: 17 jul. 2001.

BRZOWSKA, B. Determination of arsenic in certain food products. II. Arsenic content of fish and of fish, fruit and vegetable products. **Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny**, Warszawa, Pl., v.31, n.5, p.461-463, 1980.

BRUTTO, L.F.G. **Ecologia humana e etnoecologia em processos participativos de manejo: o caso do Parque Estadual de Itapuã, RS, e os pescadores artesanais.** 2001. 106 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Faculdade de Biologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

BRYAN, F.L. **Evaluaciones por analisis de peligros en puntos criticos de control** Genebra: OMS, 1992. 87p.

BUCK, W.B.; OSWEILER, G.D. **Toxicologia veterinaria clinica y diagnostica.** Zaragoza: Acribia, 1981. p.369-394.

BUDAVARI, S. (Ed.). **The Merck index.** 11.ed. Rahway: MERCK & CO., 1989.

CARVALHO, S. et al. Dieta das espécies de *Pimelodidae* (*Siluriformes*) e *Anostomidae* (*Characiformes*) mais importantes para a pesca comercial do Lago Guaíba, Porto Alegre, RS, BR. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ICITIOLOGIA, 2. 1999, São Carlos. **Resumos.** São Carlos: UFSCAR, 1999. p.113.

CASARETT, L.J. & DOULL, J. **Toxicologia: a ciência básica dos tóxicos.** Lisboa: McGraw-Hill, 2001. 864p.

CHICOUREL, E.L. et al. Mercúrio em pescado comercializado em São Paulo, SP, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.15, n.2, p.144-149, jul./dez. 1995.

CONNELL, J.J. **Control de la calidad del pescado.** Zaragoza: Acribia, 1988. 236 p.

COMISSIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS. Definición de especies predadoras de peces a las que se aplica el nivel máximo para el metilmercurio. In: FAO; OMS. **Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. Comité del Codex sobre pescado y productos pesqueros.** Bergen, Nor., 1994. 11 p.

COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO GUAÍBA. **Caderno de Informações**, Porto Alegre, nov. 2000.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21**. 2 ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997. Cap.18: Proteção de qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos.

DIAS, E.R.A; TEIXEIRA FILHO, A.R. A utilização de peixes como animais para experimentação. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.8, n.31, p.14-16, 1994.

DIAS, J.C.A. Vigilância epidemiológica. In: GUERREIRO, M.G. et al. **Bacteriologia especial: com interesse em saúde animal e saúde pública.** Porto Alegre: Sulina, 1984. 494 p. cap.10; p.128-132.

EGAAS, E; BRAEKKAN, O.R The arsenic content in some Norwegian fish products. **Fiskeridirektoratets Skrifter Serie Ernaering**, Bergen, v.1, n.3, p.93-98, 1977.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1998. 652p.

FALANDYSZ, J. Arsenic in foods of animal origin. **Gospodarka Miesna**, Warszawa, Pl., v.40, n.8, p.8-9, 1988.

FAO Yearbook, 1994. Rome, 1994. (FAO Fischeris Series, n.44).

FERREIRO, M.F.S. **Impacto dos poluentes metálicos em ecossistemas aquáticos.** In: SEMINÁRIO SOBRE POLUIÇÃO POR METAIS PESADOS, 1., 1979, Brasília. [Anais...] Brasília: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento -CEPED, 1979.

FLANJAK, J. Inorganic and organic arsenic in some commercial east Australian crustaceae. **Journal of Food Science**, Chicago, v.33, p.579-583, 1982.

FLETCHER, R.H.; FLETCHER, S.W; WAGNER, E.H. **Epidemiologia clínica: elementos essenciais**. 3 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 281 p.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 681p.

FUKUMOTO, J.C.; OLIVEIRA, C.A.F. Determinação de Mercúrio em pescado comercializado no município de São Paulo, SP – Brasil. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.9, n.40, p.27-30, 1995.

GASPAR JUNIOR, J.C.; VIEIRA, R.H.S.G; TAPIA, M.S.R. Aspectos sanitários do pescado de origem de água doce e marinha, comercializado na feira da Gentilândia, Fortaleza-Ceará. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.11, n.51, p.20-23, 1997.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984.

GÉRY, J. **Characoids of the world**. Neptune City: T.F.H. Publications, 1977. 672p.

GROLIER Incorporated. **Grolier multimedia encyclopedia**. Versão 8.0 Mindscape, Inc., 1996. 1 disquete, 3 ½ pol.

HAJDENWURCEL, J.R. **Atlas de microbiologia de alimentos**. São Paulo. Fonte, 1998. v.1, 66 p.

HARTZ, S.M. et al. Alimentação da Piava, *Leporinus obtusidens* (*Characiformes, Anostomidae*) no Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.6, n.1, p.145-150, 2000.

HOFFMANN, F.L. Levantamento da qualidade higiênico-sanitária de pescado comercializado na cidade de São José do Rio Preto (SP). **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.64, p.45-48, 1999.

IARC. **Some metals and metallic compounds**. Lyon, 1980. p.101-112. (Monographs in the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, v.23)

IBGE. **Censo demográfico 2000**: sinopse preliminar. Brasília, 2001. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populcao/censo_2000/default.shtm>. Acesso em: 20 abr. 2001.

JAY, J.M. **Modern food microbiology**. 4.ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. v.2, p.222.

KITAHARA, S.E; et al. Mercúrio total em pescado de água doce. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.2, p.267-273, maio/ago, 2000.

LARINI, L. **Toxicologia**. São Paulo: Manole, 1987.

LAWRENCE, J.F. et al. Identification of arsenobetaine and arsenocholine in Canadian fish and shellfish by high-performance liquid chromatography with atomic absorption detection and confirmation by fast atom bombardment mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.34, n.2, p.315-319, 1986.

LIRA, G.M. et al. Avaliação da qualidade de peixes comercializados na cidade de Maceió, Al. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n. 84, p.67-74, 2001.

LIPARASI, F. et al. Determinação dos teores de mercúrio em amostras de peixe espada (*Trichiurus lepturus*), coletadas na praia de Itaipú- Niteói, RJ. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.11, n.77, p 37-39, 2000.

LUCENA, C.A.S.; JARIM, A.S.; VIDAL, E.S. Ocorrência, distribuição e abundância da fauna de peixes da praia de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicação do Museu de Ciências da PUCRS**, Porto Alegre, n.7, p.3-27,1994. Série Zoologia.

LUNDE, G. Analysis of arsenic and selenic in marine raw materials. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v.21,n.5, p.242 - 247, 1970.

MANTOVANI, D.M.B.; ANGELUCCI, E. Avaliação do teor de arsênico em atum e sardinha. **Bol. SBCTA**, Campinas, v.26, n.1, p.1-5, 1992.

MARKOWSKI-BJ; RATKOWSKA-J Arsenic content of fish and fish products. (Preliminary results at March 1974). **Zeszyty Centralnego Laboratorium Przemyslu Rybnego**, Wroclaw, Pl., n.24, p.23-64, 1974.

MELO, L.F.C.; MORGANO, M.A.; MANTOVANI, D.M.B. Avaliação do teor de arsênio total em pescado de água doce. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.58, n.2, p.81-86, 1999.

MENEGAT, R. et al. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1998. 228p.

MIELE, A.; RIZZON, L.A.; SORIA, S.J. Avaliação de arsênico em mosto e suco de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Pelotas, v.15, n.1, p.239-242, 1993.

MINERAL tolerance of domestic animals. Washington: National Academy of Sciences, 1980. p.40-53. Arsenic.

MORALES-AIZPURÚA, I.C. Mercúrio total em cação comercializado em São Paulo, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.429-432, set./dez. 1999.

MOSSEL, D.A.A.; MORENO GARCIA, B. **Microbiologia de los alimentos: fundamentos ecológicos para garantizar y comprobar la inocuidad y la calidad de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 375p.

MUÑOZ, O. et al. Total and inorganic arsenic in fresh and processed fish products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.48, p.4369-4376, 2000.

NASCIMENTO, A.R. Colimetria das águas do Rio Bacanga (S. Luiz, Maranhão), de peixes e sururus capturados em suas águas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n. 84, p.59-66, 2001.

OLIVERO, J. et al. Mercury levels in muscle of some fish species from the Dique Channel, Colombia. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, New York, v.58, p.865-870, 1997.

OMS. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas**. São Paulo: ROCA, 1998. 297p.

ORGANIZACIÓN PAN-AMERICANA DE LA SALUD (OPAS). **Criterios de salud ambiental 1 Mercurio**. Washington, 1978. Publicación Científica n 362.

ORGANIZACIÓN PAN-AMERICANA DE LA SALUD (OPAS). **Contaminación microbiana de los alimentos vendidos en la vía pública en ciudades de América Latina y características socio-economicas de sus vendedores e consumidores**. Ciudad de México, 1996. 176p.

OSWEILER. G.D. **Toxicologia veterinária**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 526p.

PEAKALL, D.B.; LOVETT, R.J. Mercury: its occurrence and effects in the ecosystem. **Bioscience**, Washington, v.22, p.20-25, 1972.

PREGNOLATTO, W.; GARRIDO, N.S.; TOLEDO, M. Pesquisa e determinação de mercúrio em peixes de água salgada e doce do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.34, p.95-100, 1974.

PREGNOLATTO, W.; TOLEDO, M.; SANTESSO, N. Teor de Mercúrio em águas da Baixada Santista São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.39, n.1, p.5-15, 1979.

PROKHOROV. I. A.; PETUKHOV, S.A. Content of arsenic in some commercial fish from the North-East Atlantic. **Rybnoe Khozyaistvo**, Kiev, UC, n.9, p.34-35, 1981.

PYLES, R.A; WOOLSON, E.A. Quantitation and characterization of arsenic compounds in vegetables grown in arsenic acid treated soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.30, p.866-870, 1982.

RAMELOW, G. J. *et al.* Variations of heavy metals and arsenic in fish and other organisms from the Calcasieu river and lake, Louisiana. **Archives of Environmental Contamination Toxicology**, New York, v.18, n.6, p.804-818, 826, 1989.

RANGEL, M.F.S. **Diagnóstico do setor pesqueiro no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1995.70p. (Realidade Rural, 15).

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Cultura. **História ilustrada de Porto Alegre**. Porto Alegre: Já Editores, 1997. 192 p.

ROLLE, M.; MAYR, A. **Mikrobiologie und allgemeine Seuchenlehre**. Stuttgart: F.Enke V., 1996. p.274-275.

ROMANO, V.P. et al. Níveis de mercúrio em cinco espécies de peixes do litoral de Cabo Frio, Rio de Janeiro, RJ. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.13, n. 60 p.49-54, 1999.

SANCHEZ-SAEZ. J. J. et al. Arsenic content in marine fishes and molluscs. **Boletín del Centro Nacional de Alimentacion y Nutricion**, Ciudad de Mexico, n.6/7/8, p.70-71, 1981.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Seminário sobre tecnologia de salga e defumação de pescado**. Campinas, 1995. 126p.

SCHOOF, R. A. et al. A market basket survey of inorganic arsenic in food. **Food Chemical Toxicology**, Elmsford, US, v.37, n.8, p.839-846, 1999.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (SBCTA) – **Manual de análise de riscos e pontos críticos de controle –ARPCC**. Campinas, SP, 1993. 35p.

STAVELAND. G. et al. Levels of environmental pollutants in flounder (*Platichthys flesus L.*) and cod (*Gadus morhua L.*) caught in the waterway of Glomma, Norway. II. Mercury and arsenic. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.24, n.2, p.187-193, 1993.

STORELLI, M.M.; MARCOTRIGIANO, G.O. Organic and inorganic arsenic and lead in fish from the South Adriatic Sea, Italy. **Food Additives and Contaminants**, London, v.17, n.9, p.763-768, 2000a.

STORELLI, M.M.; MARCOTRIGIANO, G.O. Fish for human consumption: risk of contamination by mercury. **Food Additives and Contaminants**, London, v.17, n.12, p.1007-1011, 2000b.

STRANAI. I. Lead, cadmium, chromium and arsenic content in tissues of fishes from the Nitra river. **Pol'nohospodarstvo**, Warszawa, Pl., v.44, n.7, p.552-563, 1998.

TEIXEIRA, A. R et al. Ocorrência de metais pesados e outras substâncias tóxicas na Bacia do Jacuí. **Boletim do DMAE**, Porto Alegre, n.31, p.1-66, 1981.

TEIXEIRA, A.R. et al. Inventário e classificação da ictiofauna do Rio guaíba: pesquisa de metais e substâncias tóxicas. **Boletim do DMAE**. Porto Alegre, n.41, p 1-84, 1983.

TSOUMBARIS, P; TSOUKALI-PAPADOPOULOU, H. Heavy metals in common foodstuff, quantitative analysis. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.53, n.1, p.61-66, 1994.

VILLAMIL, C.M.; LUCENA, C.A.; CALONE, R. G. **Peixes de importância comercial capturados no Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre: FEPAGRO, 1996, 19 p. (Circular Técnica da FEPAGRO, n 10).

WOOLSON, E.A.; AHARONSON, N.; IADEVAIA, R. Application of the High-Performance Liquid Chromatography- Flameless Atomic Absorption Method to the Study of Alkyl Arsenical Herbicide Metabolism in Soil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.30, p.580-584, 1982.

WHO. **Evaluation of certain food additives and contaminants**. Geneva 1989. (Technical Report Series, 776).

WHO. **Methylmercury**. Geneva, 1990. 169.p. (Criteria, 101).

YABIKU, H.Y.; DIAS, N.A.; MARTINS, M.S. Estudo comparativo de métodos usuais para determinação de arsênio. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.49, n.1, p.51-55, 1989.

YAMAUCHI. H.; YAMAMURA. Y. Arsenite (As III), arsenate (As V) and methylarsenic in raw foods. **Japanese Journal of Public Health**, Tokyo, v.27, n.12, p.647-652, 1980.

YASUDA-K et al. Study of trace elements in marine fish. III. Distribution of arsenic and heavy metals in seabass tissue. **Annual Report of Tokyo Metropolitan Research-Laboratory of Public Health**, Tokyo, v.28, n.1, p.121-126, 1977.