

700710

Biblioteca - Unemat - PLA



00013934

G33.3  
048p  
ex. 01

|                                                                                                             |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>BIBLIOTECA<br/>UNEMAT</b> 01                                                                             |                |
| Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT                                                                 |                |
| RG N.º                                                                                                      | 13934          |
| Data                                                                                                        | 29 / 06 / 2009 |
| <input type="checkbox"/> Compra <input checked="" type="checkbox"/> Doação <input type="checkbox"/> Permuta |                |

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PEIXES CRIADOS EM CATREADOS NO MUNICÍPIO DO ALTO  
PARAGUAI - MT PODEM ESTAR CONTAMINADOS POR ARSÊNIO E  
MERCÚRIO ?

Autora: Evanielle Ferreira de Oliveira  
Orientadora: Profª. MSc. Adriana Fernandes de Barros

"Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação em Zootecnia, apresentado ao  
Departamento de Zootecnia da  
Universidade do Estado de Mato Grosso –  
Campus Universitário de Pontes e Lacerda,  
como parte das exigências para obtenção  
do título de BACHAREL EM  
ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA  
JULHO/2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PEIXES CRIADOS EM CATREADOS NO MUNICÍPIO DO ALTO  
PARAGUAI - MT PODEM ESTAR CONTAMINADOS POR ARSÊNIO E  
MERCÚRIO ?

Autora: Evanielle Ferreira de Oliveira  
Orientadora: Profª. MSc. Adriana Fernandes de Barros

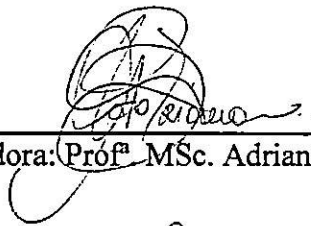
"Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação em Zootecnia, apresentado ao  
Departamento de Zootecnia da  
Universidade do Estado de Mato Grosso –  
Campus Universitário de Pontes e Lacerda,  
como parte das exigências para obtenção  
do título de BACHAREL EM  
ZOOTECNIA”.

PONTES E LACERDA  
JULHO/2008

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

PEIXES CRIADOS EM CATREADOS NO MUNICÍPIO DO ALTO  
PARAGUAI - MT PODEM ESTAR CONTAMINADOS POR ARSÊNIO E  
MERCÚRIO?

Autora: Evanielle Ferreira de Oliveira



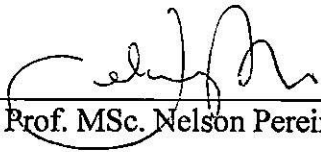
---

Orientadora: Prof<sup>a</sup> MSc. Adriana Fernandes de Barros



---

Membro: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Pierangeli



---

Membro: Prof. MSc. Nelson Pereira da Silva Júnior

PONTES E LACERDA  
JULHO/2008

...O homem, ponto de encontro entre o  
céu e a terra, é uma imagem do seu criador.  
Por ser uma Árvore em miniatura, completa,  
mas irrealizada e situada em grau inferior  
que a dos anjos, o homem tem a  
escolha de elevar-se galgando os próprios  
ramos, até atingir o verdadeiro fruto...

Autor: Desconhecido

A minha família, a qual sempre me aconselhou a seguir os caminhos dos estudos,  
pois sabem que o conhecimento é algo eterno;

À Laudelina Dias Ferreira, minha mãe por se esforçar tanto para dar-me educação  
e estudos;

A Luiz Carlos Ferreira de Oliveira, meu pai pela paciência e além de tudo pela  
confiança depositada em mim;

À Emanuelle Ferreira de Oliveira, minha irmã;

À Ana Luísa Oliveira de Souza, minha sobrinha que tanto amo;

A Boaventura Roberto da Silva Oliveira, meu padrinho, agradeço a idéia na  
escolha dessa profissão desafiante, porém maravilhosa;

À Alcione Modesto de Oliveira, minha madrinha, pelos conselhos amigáveis.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização deste trabalho.

A Profª. MSc. Adriana Fernandes de Barros por ter participado da minha formação acadêmica, orientar e auxiliar no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional e pelo convívio.

Ao Departamento de Zootecnia e aos professores do Curso de Zootecnia pelos valiosos ensinamentos. Em especial os professores Drª. Maria Aparecida Pierangeli pela idéia e força no desenvolvimento deste trabalho, ao professor Nelson Pereira da Silva Júnior pelas dicas e ajudas.

À APRUSA (Associação do Produtores Rurais da Sede do Alto Paraguai), ao Tinei, Jurandir, Laurindo, Mauro, Pedro, Jelson do mercado do povo enfim a todas as pessoas que acreditam nesse projeto.

A Prefeitura Municipal de Alto Paraguai principalmente ao prefeito Bilu que soube visualizar a necessidade desse trabalho, bem como pela ajuda financeira que sem ela esse trabalho seria mais dificultoso ainda.

Aos colegas Lílían Chambó Rondena Pesqueira e Silva, Josilene Trindade, Patrícia Leal e Luciano da Silva Beijo, Thales Vilefort Furbino, Valéria Carneiro, Rômulo da Costa pelas idéias trocadas e pela convivência em todos estes anos. A Ângela Sueli que por muito tempo fez parte da minha formação acadêmica.

A Avani e Erimar, Gliss Kelly e Binho, a Kátia e o Caldato, a Zaninha e o Mussarela, pessoas as quais muito me ajudaram logo que cheguei em Pontes e Lacerda e amizades que serão levadas comigo para onde eu for.

A Sione que jamais colocou nada acima da nossa amizade nem mesmo à distância estando sempre preocupada comigo, me ajudando e auxiliando com seu grande carinho.

À Ana Paula Dionísio e Jeane Luísa pela amizade e companheirismo estando sempre a meu lado nas horas difíceis. A república “maxixe”, meus amigos Lucão, Rodrigo (zói de porco), Bruno, Carlim e Luan.

Aos tantos colegas que me apoiaram e me ajudaram

Aqueles que ao lerem a monografia e se sentirem tristes por seus nomes não estarem no agradecimento sintam-se também agradecidos, pelo simples fato de termos mantido contatos diretos ou indiretos.

OBRIGADA DEUS!!!!

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Evanielle Ferreira de Oliveira, filha de Luiz Carlos Ferreira de Oliveira e Laudelina Dias Ferreira, nasceu em Cuiabá – Mato Grosso, no dia 07 de Junho de 1986.

Em Julho de 2008, concluiu o Curso de Zootecnia, pela Universidade do Estado de Mato Grosso campus Universitário de Pontes e Lacerda.

No mês de Julho de 2008, submeteu-se á banca examinadora para defesa do Trabalho de Conclusão de Curso.

## SUMÁRIO

|                                                                             | Página |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Resumo.....                                                                 | vii    |
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                          | 1      |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                               | 4      |
| 2.1. Fontes e características de arsênio (As) e mercúrio (Hg).....          | 4      |
| 2.1.1 <i>Ciclo biogeoquímico do Hg</i> .....                                | 6      |
| 2.1.2 <i>Espécies químicas orgânicas na água</i> .....                      | 7      |
| 2.1.4 <i>Alquilação do Hg</i> .....                                         | 8      |
| 2.2. Toxicologia do As e Hg.....                                            | 9      |
| 2.3. Garantia da qualidade do pescado e segurança alimentar.....            | 11     |
| 2.3.1. <i>Legislação sobre contaminantes inorgânicos em alimentos</i> ..... | 13     |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....                                                  | 15     |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                              | 18     |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                | 21     |
| 6. LITERATURA CITADA.....                                                   | 22     |

## PEIXES CRIADOS EM CATREADOS NO MUNICÍPIO DE ALTO PARAGUAI – MT PODEM ESTAR CONTAMINADOS POR ARSÊNIO E MERCÚRIO ?

**Resumo:** Esse trabalho teve por objetivo verificar se há presença de As e Hg e em quais níveis se encontram em peixes criados em áreas de catreados (crateras oriundas de garimpo). Foram analisadas, quanto à presença de As e Hg, vinte amostras de tambacus híbrido obtido através do cruzamento do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), capturados em catreados. Os níveis de As e Hg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica acoplado em plasma de argônio. Os níveis encontrados estão abaixo de  $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$  e  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  para As e Hg respectivamente. Sendo esses limites tolerados pela legislação vigente no Brasil. A média encontrada foi de  $0,46 \text{ mg kg}^{-1}$  para As e  $0,00225 \text{ mg kg}^{-1}$  para Hg. Os resultados sugerem mais estudos de monitoramento em outras espécies de peixes, para que os dados obtidos possam ser utilizados pelas autoridades de preservação ambiental na proteção da saúde humana e qualidade dos alimentos.

**Palavras- chave:** legislação, limites tolerados, saúde humana, qualidade dos alimentos.

## 1. INTRODUÇÃO

Piscicultura é termo utilizado dentro da aquicultura específico para a criação de peixes, sendo considerada atividade nova no Brasil quando comparada a outros sistemas de criação. Sendo apontada por especialistas como promissora no mundo, principalmente, no Brasil em decorrência da malha hidrográfica e do clima propício.

O potencial do Brasil para o desenvolvimento da piscicultura é imenso, constituído por 8.400 km de costa marítima, 5.500.000 hectares de reservatórios de águas doces, aproximadamente 12 % da água doce disponível no planeta, clima extremamente favorável para o crescimento dos organismos cultivados, terras disponíveis e ainda relativamente baratas na maior parte do país, mão-de-obra abundante e crescente demanda por pescado no mercado interno (SEAP, 2003)

O rápido crescimento registrado na produção piscícola brasileira (925 % entre 1990 e 2001, passando de 20,5 mil toneladas para 210 mil toneladas) fez com que o país avançasse no ranking mundial, saindo da 36ª colocação em 1990, para 19ª posição em 2001, além de conquistar a 13ª posição na geração de renda bruta, conforme ranking da ONU (FAO, 2003).

Além de atividade econômica rentável, pode transformar-se, ainda, em medida eficiente de preservação da natureza, pois o homem está atentando-se para o fato de que a mesma é finita e percebendo que, além de preservar os recursos naturais, é preciso também recuperar muitos deles.

Com a preocupação de conciliar o desenvolvimento com as preservações ambientais é que o garimpo dá lugar à piscicultura. Cidades de economia exaurida com a decadência do garimpo antes obrigadas a conviver com “crateras lunares”, chamados de catreados<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>. O termo catreado segundo Jucá (2007) é utilizado para caracterizar crateras de formas retangulares para retirar cascalhos.

Pois os mesmos tornam-se alternativas de mudar o quadro sócio-ambiental em muitas cidades no interior do Estado do Mato Grosso, sendo aproveitados para a criação de peixes, diminuindo a necessidade de implantação de novos viveiros dessas áreas, amenizando, desta forma o impacto ambiental.

Porém, há preocupação com a presença de elementos-traço nas regiões de garimpo tais como arsênio (As) e mercúrio (Hg). BORBA et al. (2004), constataram nos sedimentos e nas águas superficiais do Quadrilátero Ferrífero maiores teores de As nas proximidades das mineralizações auríferas. ESTEVES (1998) explica que os elementos-traço são distribuídos através das cadeias alimentares pela biota do ambiente aquático, podendo chegar, segundo LIMA JÚNIOR et al. (2002), a efeitos letais ou sub-letais para todos os componentes da biota, tais como fitoplâncton, zooplâncton, bentos, peixes e, finalmente, os seres humanos.

De acordo com USEPA (2000) os principais modos de intoxicação por As ocorrem via consumo de águas contaminadas, sucedidas de solos contaminados. Sendo que em regiões de garimpo esta se dá, segundo BORBA (2000), por meio do lançamento dos rejeitos da mineração nas drenagens.

No entanto, o Hg continuamente utilizado em garimpo no processo de amalgamação contribui para a incorporação do elemento nas drenagens, poluição da biota aquática e, finalmente, até o homem, como ápice da cadeia alimentar (SANTOS 2003). VOEGBORLO et al. (1999) constataram que os peixes são as maiores fontes de contaminação com Hg, exceto quando o homem trabalha em ambientes ligados diretamente ao mesmo. CAVALCANTI (2003) ainda enfatiza que alta concentração de Hg em organismos aquáticos ocorre devido à contribuição antropogênica.

Por o Hg participar ativamente do processo de mineração, podendo estar na biota aquática e o As por estar na composição química do solo e a remobilização do mesmo

ser inevitável no processo de mineração é que este trabalho tem por objetivo realizar análises químicas na carne de peixes criados em catreados (crateras oriundas de garimpo) para averiguar se há presença de As e Hg e em quais níveis se encontram. As análises de As e Hg em peixes darão à cadeia produtiva argumentos se estes peixes estão aptos ou não para o consumo humano.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fontes e características de Arsênio (As) e Mercúrio (Hg)

O As e Hg elementos químicos que ocorrem na natureza, de modo geral, em pequenas concentrações da ordem de  $\mu\text{g kg}^{-1}$  e  $\text{mg kg}^{-1}$ . O termo “metal-pesado”, embora muito utilizado, para esses elementos não tem nenhum fundamento químico, visto que alguns elementos considerados como tal nem sequer são metais, como por exemplo, o As segundo ESTEVES, 1998. Sendo usualmente mais correta a utilização da terminologia “elementos-traço”. Alguns desses são essenciais aos seres vivos, ainda que em pequenas concentrações desempenhem importante papel no metabolismo dos organismos aquáticos, uma vez que participam de grande número de processos fisiológicos. Contudo, em concentrações elevadas tornam-se tóxico para os organismos (LIMA JUNIOR et al., 2002). Concentrações elevadas desses elementos na natureza podem ocorrer devido à atividades antropogênicas, causando a poluição do meio ambiente.

Sendo a intoxicação proveniente da poluição. Que de acordo com GUILHERME et al (2005) é classificada em função de suas fontes, que podem ser pontuais e não pontuais. A poluição pontual advém de indústria, fossa séptica ou estação de tratamento de água. Fontes não pontuais são aquelas advindas de emissões que se propagam por uma extensa área e se originam de atividades agrícolas, humanas, florestais, urbanas, construção e mineração, além de deposição atmosférica.

O As pode ser concentrado em organismos aquáticos e depositados em volumes apreciáveis em rochas sedimentares, ou ainda liberados como gás volátil ( $\text{AsH}_3$ -arsina), sob influência de fungos arsenófilos ou agentes redutores presentes em águas que contenham o As. Fontes de exposição do homem ao As incluem a manufatura de vidros, esmalte, tintas, tecidos, couros, produtos agrícolas como inseticidas, formicidas,

herbicidas, preservativos de madeira, áreas de depósito de metais preciosos, incluindo atividades de mineração como fontes antropogênicas (SILVA et al., 2003).

De acordo com Figueiredo et al (2004) nos sedimentos do Quadrilátero Ferrífero o As está associado à óxidos de ferro e sulfetos. As origens do As nos sedimentos e nas águas superficiais se devem à oxidação natural das rochas. Além do As, outro elemento preocupante é o Hg, pois o mesmo pode chegar aos corpos d'água como metal, sais ou compostos orgânicos (por exemplo, fenil-mercúrio). Essas formas não são tão perigosas, mas por atividade de microrganismos, podem ser transformadas em metil-mercúrio, composto extremamente nocivo a todos os seres vivos.

No Brasil, especialmente na região do Pantanal Matogrossense e Amazônia, a utilização de mercúrio na amalgamação do ouro (garimpagem) tem causado sérios problemas de natureza ambiental (ESTEVEZ, 1998).

Lacerda et al., (1987) estimam que para cada kg de ouro extraído, pelo menos 1,32 kg de Hg sejam lançados na atmosfera e na água do rio Madeira, através do processo de amalgamação. O Hg liberado para a água do rio deposita-se no sedimento, onde permanece praticamente imobilizado. A fração liberada para a atmosfera, entretanto, é rapidamente oxidada ( $\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}^{+2}$ ) e carregada pela precipitação para a bacia de drenagem do rio. Nessa, devido às condições favoráveis dos igarapés (baixos valores de pH e condutividade elétrica da água), o mercúrio é monometilizado, tornando-se disponível. Sob essa forma, através da cadeia alimentar, poderá alcançar o homem.

A contribuição de mercúrio para o ambiente aquático é resultado de emissões pontuais diretas, deposição atmosférica, erosão e lixiviação. A distribuição das diversas espécies de Hg que entram no sistema aquático é regulada por processos físicos, químicos e biológicos, os quais ocorrem nas interfaces ar-água e água-sedimento. Em sedimentos de fundo a concentração natural de Hg é da ordem de  $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ , devido à

afinidade do Hg por partículas em suspensão que se sedimentam (OECD, 1995).

A contaminação do homem com Hg pode ocorrer através da deposição atmosférica abrangendo toda a população, através do contato direto, geralmente, nas regiões de garimpo, e ainda, através do pescado por ser uma das principais fontes de proteína das populações ribeirinhas.

VOEGBORLO et al., (1999) constataram que os peixes são as maiores fontes de contaminação com Hg, exceto quando o homem trabalha em ambientes ligados diretamente ao mesmo.

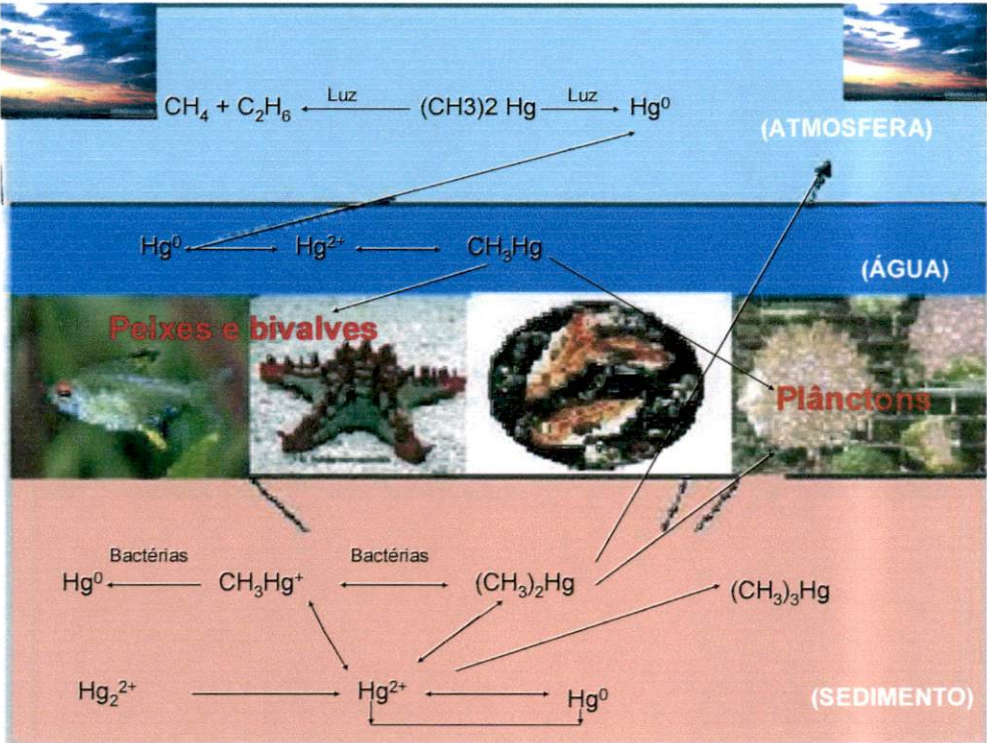
#### *2.1.1. Ciclo biogeoquímico do mercúrio*

De acordo com MAYASA (2002), a transferência do Hg gasoso entre os diversos compartimentos é controlada pela temperatura, pressão, umidade e pelo gradiente de concentração. Se um compartimento tem uma concentração de Hg maior que outro, ocorrerá emissão do compartimento de maior para o de menor concentração.

De acordo com SOUZA e BARBOSA (2000) o ciclo biogeoquímico do Hg ocorre, principalmente, em ambientes aquáticos, mas também no solo, sob determinadas condições físico-químicas, ou pela ação de microrganismos, os íons de mercúrio dos compostos inorgânicos podem se ligar a grupos orgânicos, transformando-se em compostos orgânicos de mercúrio (como por exemplo, metilmercúrio e dimetilmercúrio). Os íons de mercúrio também podem ser reduzidos a  $Hg^0$ ; parte do mercúrio depositado no solo e na água pode ser transformado lentamente em espécies voláteis sendo reemitidos para a atmosfera.

A Figura 1 adaptada por Bisinoti e Jardim (2004) apresenta esquema do ciclo do Hg na natureza, indicando as principais reações que podem ocorrer no sedimento ou

solo, água e atmosfera, notando-se grande influência das bactérias, caracterizando as transformações do  $\text{Hg}^0 \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{Hg}^+$ .



**Figura 1:** Ciclo do mercúrio adaptada de Bisinoti e Jardim (2004).

### 2.1.2. Espécies químicas orgânicas na água

A forma pela qual a complexação orgânica de elementos-traço ocorre em águas naturais e a biodisponibilidade desses complexos é uma importante questão. Com algumas exceções, a complexação orgânica usualmente reduz a biodisponibilidade das formas solúveis. O acúmulo de Hg pela fauna bentônica é diminuído na presença de cisteína devido à complexação do elemento com aminoácido. Esses fatos sugerem que a acumulação biótica de elementos-traço é maior em águas onde há menor concentração de compostos orgânicos dissolvidos (águas oligotróficas) do que em águas onde há maior abundância desses compostos (águas eutróficas) (SALOMONS et al., 1995).

### *2.1.3. Bioacumulação do mercúrio*

O Hg possui grande afinidade pela matéria orgânica, quer seja pela sua capacidade de adsorção superficial ou por incorporação interna em grande variedade de organismos encontrados na natureza (MEILI, 1997). O aspecto preocupante é sua capacidade de se acumular nos organismos ao longo da cadeia alimentar aquática e apresentar elevadas concentrações podendo, magnificar-se no topo da cadeia. O Hg para atingir altas concentrações nos peixes não deve ser apenas absorvido eficientemente pelos microrganismos que estão na base da cadeia trófica, ele deve também ser retido por esses organismos e transferido para seus predadores. A bioacumulação de Hg em peixes é relacionada com o tamanho e tempo de exposição, apresentando uma tendência de aumento com a idade (MOREL et al., 1998).

Convém ressaltar que existe uma diferença entre os termos bioconcentração, bioacumulação e biomagnificação. Segundo BOENING (2000), bioconcentração é a entrada de uma substância química em um organismo diretamente do meio abiótico resultando em maiores concentrações dentro do organismo que no meio; bioacumulação é a entrada de uma substância química em um organismo do meio abiótico e/ou biótico (alimento) resultando em maiores concentrações, pois a entrada é maior que a eliminação dentro do organismo que no meio abiótico e/ou biótico; e biomagnificação é a transferência de substâncias xenobióticas do alimento para o organismo, resultando em maiores concentrações dentro do organismo que na fonte alimentar, ou seja, aumento de concentração a cada nível da cadeia alimentar.

### *2.1.4. Alquilação do Hg*

A alquilação é a transformação do mercúrio inorgânico em metil ou dimetilmercúrio. A metilação do mercúrio é importante devido à grande afinidade do metilmercúrio com as proteínas, o que promove sua biomagnificação na cadeia

alimentar. A troca de espécies inorgânicas para as formas metiladas é o primeiro passo para os processos da bioacumulação do mercúrio na biota. Considera-se que estes processos ocorrem tanto na coluna d'água quanto no sedimento, dependendo geralmente de fatores como atividade microbiana e concentração de Hg biodisponível (MICARONI et al., 2000).

A disponibilidade dos elementos para os organismos pode ser influenciada pelas características fisiológicas e ecológicas do mesmo (LUOMA, 1977).

## **2.2. Toxicologia do As e Hg**

Uma visão simplificada da toxicidade dos elementos-traço para os organismos aquáticos é muito difícil de ser demonstrada, mesmo quando se leva em consideração somente a toxicidade aguda, já que as doses letais variam muito entre espécies sistematicamente próximas (BASTOS & FREITAS, 2000). A concentração de elementos-traço nos organismos aquáticos é, por definição, a verdadeira quantidade desses elementos considerados biodisponíveis no corpo d'água. Os efeitos da concentração de elementos-traço nos sucessivos elos da cadeia trófica pela biomagnificação afetam consequentemente, o homem, por meio do pescado contaminado (GUILHERME et al., 2005).

Os peixes, por serem consumidores e pertencerem ao nível superior do ecossistema aquático, acumulam poluentes, daí sua grande importância em testes de toxicidade e contaminações. O efeito tóxico dos elementos depende da forma em que ele se encontra. Os compostos orgânicos do As são reconhecidamente menos tóxicos que os inorgânicos e desse último, os compostos trivalentes são os mais tóxicos. É importante diferenciar as duas classes de compostos de As, arsenito é tido como espécie mais solúvel, móvel e mais tóxica que os compostos de arsenato. A toxicidade está

diretamente relacionada com a mobilidade na água e em fluídos biológicos, sendo as espécies arsenobetaina e arsenocolina consideradas atóxicas (ATSDR, 2005).

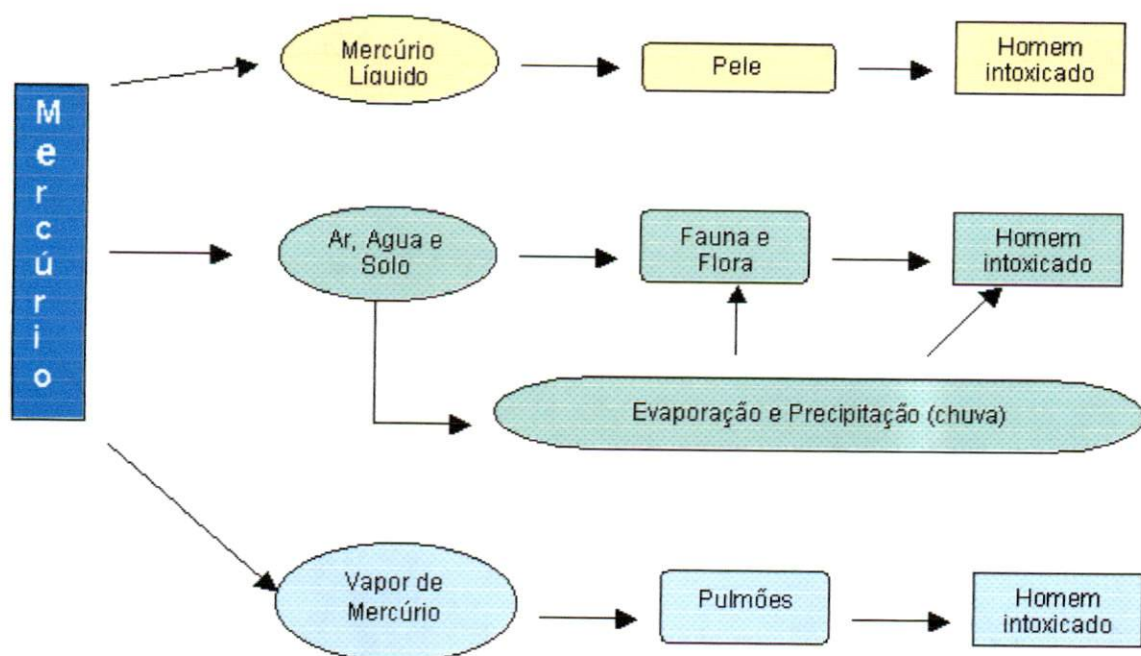
Os principais modos de intoxicação por As ocorrem via consumo de águas contaminadas, provavelmente oriundas de solos já contaminados, visto que o As é encontrado na atmosfera, água, solos, sedimentos e organismos, estando sua abundância na crosta terrestre em 52º lugar (USEPA, 2000).

Ao As é atribuída atividade carcinogênica, estabelecendo-se associação epidemiológica entre câncer de pele, fígado e pulmão. A contaminação se dá através da ingestão prolongada de águas de abastecimento e vinhos contaminados ou contato ocupacional na produção de pesticidas e nas indústrias produtoras de ligas metálicas (MÖLLERKE et al., 2003).

O aumento de contaminação dos peixes por Hg ocorre à medida que subimos na cadeia trófica, não apenas a concentração de Hg aumenta, mas também vai ocorrendo transformação em metil-mercúrio. Em um peixe carnívoro adulto podemos encontrar mais de 90 % do Hg na forma metilada (MALM et al., 1989).

Casos já conhecidos e de conseqüências catastróficas envolvendo a exposição de seres humanos a elementos-traço incluem a intoxicação por Hg derivado de efluentes da indústria de cloro-soda, na Baía de Minamata, conhecido como o mal de Minamata, ocorrido no Japão (KASUYA, 2000).

As vias de entrada do mercúrio no corpo podem ser a pele, o aparelho gastrointestinal e a via respiratória. Sua ação tóxica se manifesta, sobretudo, nas células do sistema nervoso, provocando tremores, as intoxicações por mercúrio variam seus sinais e sintomas de acordo com o nível de intoxicação, aguda ou crônica (ZANICHELII et al, 2004).



**Figura 2:** Esquema do ciclo de intoxicação por mercúrio. Fonte: Adaptado de Areaseg.

### 2.3. Garantia da Qualidade do Pescado e Segurança Alimentar

Em muitas regiões do mundo, o pescado faz parte, desde muito tempo, da dieta alimentar e representa, em alguns países, a principal fonte de proteína de origem animal. Sendo que, atualmente, um número cada vez maior de pessoas dá sua preferência ao peixe como alternativa saudável de carne (FAO, 1998).

A qualidade dos produtos alimentares é da maior importância para os industriais do setor e para as autoridades da saúde pública. Estima-se que nos Estados Unidos há mais de 80 milhões de casos por ano de doenças originadas por alimentos contaminados (MILLER, 1986). Assim, a necessidade do controle da qualidade dos nossos produtos alimentares está bem documentada e, uma vez que as doenças provocadas por alimentos estão aumentando, há também necessidade urgente de melhorar os meios tradicionais e atuais para assegurar a qualidade dos alimentos.

O termo “qualidade” engloba grande número de significados tais como segurança, delícias gastronômicas, pureza, nutrição, consistência, honestidade (na rotulagem por exemplo), e valor excelência do produto.

Antes de qualquer coisa, é indispensável estabelecer a diferença entre Garantia da Qualidade e Controle de Qualidade. Infelizmente estes dois termos têm sido usados indiscriminadamente e a diferença entre eles tem-se tornado vaga. De acordo com a International Standards Organization (ISO 8402), define-se Garantia da Qualidade como “conjunto de todas as ações sistemáticas e planejadas, necessárias para proporcionar a confiança adequada para que um produto ou serviço possa satisfazer as exigências previstas para a qualidade”. Por outras palavras, a garantia da qualidade, é uma função estratégica que estabelece políticas, adapta programas, tendo em vista estabelecer objetivos e garante que essas medidas sejam de fato aplicadas. No Controle de Qualidade, por outro lado, englobam-se “as técnicas e atividades operacionais que são usadas para satisfazer as exigências de qualidade” (ISO 8402), isto é, tem uma função tática para executar os programas estabelecidos pela garantia de qualidade.

Segundo Kurien (2005), segurança alimentar refere-se quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico à alimentação suficiente, sadia e nutritiva a fim de atender suas necessidades dietárias e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

No intuito de garantir a segurança alimentar à população foi criado o Programa de Controle de Resíduos em Pescado (PCRP) e dos produtos da pesca no território nacional, em relação à contaminação por resíduos de substâncias nocivas destes alimentos, oriundos da aplicação de agroquímicos, drogas veterinárias e contaminantes ambientais.

O PCRP atende, em parte, as determinações do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Resolução n. 003, de 05 de junho de 1984) que estabelece parâmetros de qualidade das águas utilizadas em cultivos, notadamente, em relação aos elementos-traço e agrotóxicos.

A estratégia de planejamento, utilizada para implementação do PCRP, considerou quanto aos resíduos a serem pesquisados:

- Mercúrio (em função principalmente de espécies predadoras e das regiões de garimpo);
- Organoclorados (como consequência do uso de agrotóxicos e sua inter-relação com área de cultivos de pescado);
- Medicamentos veterinários (antimicrobianos) na aquicultura.

### *2.3.1 Legislação sobre contaminantes inorgânicos em alimentos*

Compostos ou elementos inorgânicos indesejáveis presentes nos alimentos são conceituados pela legislação brasileira como aditivos incidentais, que por definição é toda substância residual ou migrada presente no alimento, em decorrência de: tratamento prévio a que tenha submetido à matéria-prima alimentar ou o alimento “in natura”; contato do alimento com artigos e utensílios empregados nas diversas fases de fabricação, manipulação, embalagem, transporte ou venda (MANTOVANI, 2005).

Os aditivos incidentais são considerados contaminantes, segundo o Comitê Misto de Peritos da FAO/OMS sobre aditivos para alimentos da Comissão do *Codex Alimentaris*, sendo que o As, Cd, Pb, Cu, Fe, Hg e Zn enquadram-se nessa definição, ou seja, são aditivos incidentais contaminantes.

Na legislação brasileira o instrumento que estabelece os limites máximos de tolerância para os contaminantes inorgânicos em alimentos é o Decreto nº 55.871 de

26/03/65. Atualmente, encontra-se em vigor no país a Portaria nº 685, de 27/08/98. Esta Portaria internaliza os pontos já harmonizados no MERCOSUL sobre o tema (BRASIL, Leis e Decretos).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a quantificação de As e Hg dos peixes criados em áreas de catreados (Figuras 3 e 4) no município do Alto Paraguai-MT, foram selecionadas aleatoriamente cinco pisciculturas Tanques 1 (Piscicultura Diamante Azul), Tanques 2 (Piscicultura Ypê), Tanques 3 (Piscicultura Boi Morto I), Tanques 4 (Piscicultura Boi Morto II), Tanques 5 (Piscicultura Sr. Pedro) instaladas nesses catreados, onde foram coletadas quatro exemplares de cada área da espécie tambacu. Essa espécie é um híbrido obtido através do cruzamento da fêmea tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho pacu (*Piaractus mesopotamicus*).

Os peixes foram coletados com auxílio de tarrafas (Figura 5) e redes (Figuras 6 e 7) com período de 12 meses de criação, após o abate os mesmos foram pesados e feita biometria (Figuras 8 e 9). Retirou-se 100 g de filé, os quais foram embalados com papel filme (Figura 10), identificados com a ordem de captura e em qual catreado foi capturado, acondicionados no gelo e posteriormente, congelados a -5°C. As amostras foram enviadas congeladas à Bioagri Laboratório de Análise de Alimentos em São Paulo para serem analisadas com relação aos teores de As e Hg.

A metodologia utilizada para a realização da análise de As foi o EPA 6010 B (método de extração) e o aparelho para quantificar o elemento no extrato foi o espectrofotômetro de emissão atômica com plasma de argônio acoplado com gerador de hidretos. Esse método que tem sido bastante difundido, por se tratar de uma técnica inovadora e que apresenta alta sensibilidade para os elementos e boa reprodutividade dos resultados. A metodologia utilizada para a realização da análise de Hg foi o EPA 245.7 (método de extração) e o aparelho utilizado para quantificar o elemento no extrato foi o espectrofotômetro de fluorescência atômica.

O modelo estatístico utilizado para rodar os dados foi o R.



**Figura 3 e 4:** Catreados que estão sendo reaproveitados para a criação de peixes no município de Alto Paraguai – MT.



**Figura 5:** Coleta das amostras com auxílio de tarrafas.



**Figuras 6 e 7:** Coleta das amostras com auxilio de redes.



**Figuras : 8 e 9:** Abate e biometria respectivamente.



**Figura 10:** Filé de peixes embalados e identificados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de As encontrada nos tambacus foi de  $0,46 \text{ mg kg}^{-1}$ , desvio-padrão de 0,1080, coeficiente de variação de 23,48% onde a média encontrada dessa substância está abaixo do permitido pela legislação, e  $P > 0,05$  não exercendo diferença estatisticamente entre os tratamentos, ou seja, todos os tanques proporcionam aos peixes os mesmos teores de As.

A contaminação por As também foi avaliada por Melo et al., (1999) em polpa e filé de sete espécies de pescado de água doce, criados em tanques e alimentados com ração. Os valores encontrados, também por espectrofotometria de absorção atômica em filés, variaram de 0,027 a  $0,066 \text{ mg kg}^{-1}$ , resultados que diferem aos encontrados para tambacus, no presente trabalho, porém também ainda abaixo do permitido pela legislação. Podendo atribuir essas diferenças a vários fatores como ambientais, alimentares e os hábitos das espécies.

Os níveis de As encontrados neste trabalho ainda diferem-se com os níveis encontrados por Möllerke, Noll, Santo e Norte (2003) em amostras de *Leporinus obtusidens* "Piavas", capturados no Lago Guaíba, Porto-Alegre RS, nível médio de  $0,14 \text{ mg kg}^{-1}$ . Nenhuma amostra ultrapassou o limite tolerado pela legislação vigente no país.

A média encontrada de Hg nos peixes criados em cativeiro foi de  $0,00225 \text{ mg kg}^{-1}$ , desvio-padrão de 0,0004281, coeficiente de variação de 0,008148% e  $P > 0,05$  não exercendo diferença estatisticamente entre os tratamentos, sendo assim, todos os tanques proporcionam aos peixes os mesmos teores de Hg.

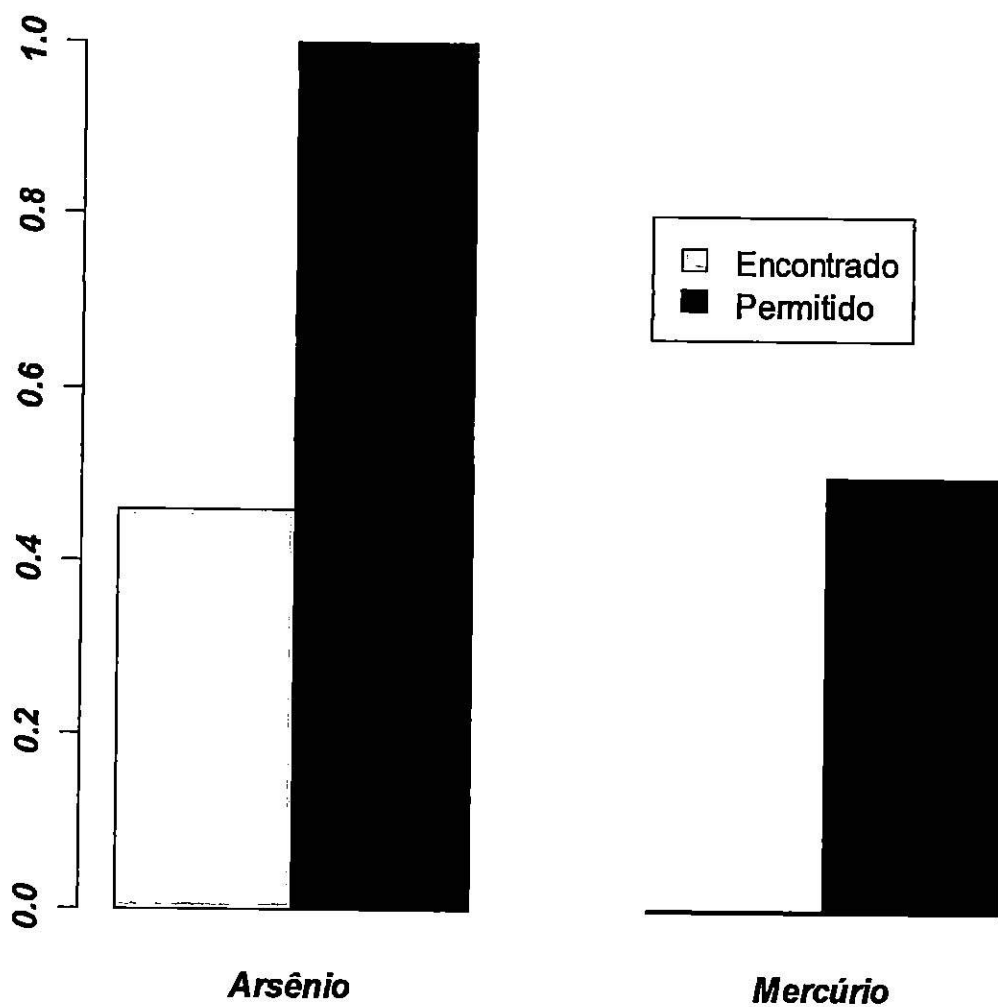
Morgano et al., (2005) ao realizarem uma pesquisa em pesqueiros de diferentes regiões do estado de São Paulo, totalizando 39 regiões, encontraram em espécies não predadoras como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) nível de contaminação por Hg de ( $0,0003 - 0,012 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e ( $0,0003 -$

0,078 mg kg<sup>-1</sup>) respectivamente, apresentando concentrações de mercúrio total abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, valores esses que contrapõem os resultados encontrados pelo presente trabalho.

Investigações feitas pelo instituto Evandro Chagas/ Funasa (2003) dos níveis de Hg na biota aquática do Rio Tapajós, verificaram que o pescado, por ser a principal fonte de proteínas das comunidades ribeirinhas, transformou-se no veículo potencial para o aumento da exposição ao metilmercúrio nessas populações. O programa incorporou investigações de peixes nos principais rios do Estado do Pará, assim como amostras de pescado da área do salgado (Oceano Atlântico). Os resultados das análises mostraram que os teores de Hg são mais elevados nas espécies de peixes carnívoras, em relação às espécies não carnívoras.

Segundo Kitahara et al., (2000) para o pescado tem sido apontado limites para consumo variando entre 0,4 e 1,0 mg Hg kg<sup>-1</sup>. Sendo no Brasil, assim como, na Austrália, Israel, Noruega, Suíça e Tailândia a tolerância é de 0,5 mg kg<sup>-1</sup> para pescado não-predador. Ao mesmo tempo foi estabelecida e recomendada a observância, pela FAO/OMS, a ingestão semanal tolerável provisional de 0,3 mg Hg pessoa<sup>-1</sup>, que no máximo não deverá ser superior a 0,2 mg na forma de metilmercúrio. Estas quantidades equivalem respectivamente a 5 e 3,3 µg kg<sup>-1</sup> de peso corpóreo.

No presente trabalho nenhuma amostra ultrapassou o limite tolerado pela legislação vigente no país de 1,0 mg kg<sup>-1</sup> de As e 0,5 mg kg<sup>-1</sup> de Hg nos peixes criados em catreados.



**Figura 10:** Nível de Arsênio e Mercúrio em (mg kg<sup>-1</sup>) encontrado em catreados no município de Alto Paraguai - MT, em 2008, comparado com o permitido pela legislação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os peixes criados em catreados na região do município de Alto Paraguai-MT, com os resultados obtidos nesse trabalho encontram-se, por enquanto em condições adequadas para o consumo humano, pois as amostras analisadas apresentaram níveis de As e Hg total inferiores ao estabelecido pela legislação brasileira em vigor.

Os resultados dessas análises garantem à qualidade dos peixes criados nos locais estudados. Porém, os resultados encontrados principalmente de As total evidenciam a necessidade de mais trabalhos nessas regiões de catreados, monitorando outras espécies de peixes incluindo sedimento e ainda outros catreados buscando mais dados que possam servir de subsídio para as autoridades locais encarregadas de preservar e vigiar o ambiente, a saúde da população e os alimentos.

A piscicultura pode ser uma alavanca de desenvolvimento social e econômico, possibilitando o aproveitamento efetivo dos recursos naturais locais, principalmente os hídricos e a criação de postos de trabalhos assalariados. Com ela, pode-se produzir alimento de alto valor nutritivo, aproveitando diferentes resíduos agropecuários, além de proporcionar ao piscicultor rentabilidade, gerando riquezas, com ganhos significativos para a economia local e regional, melhorando assim, a qualidade de vida da população. Porém, assim como qualquer outra atividade econômica, necessita de uma estratégia ou planejamento básico para produzir bons resultados.

## 6. LITERATURA CITADA

- ALEXANDRE C. S. **Avaliação de área contaminada por mercúrio total em Descoberto-MG.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, abril 2006. 12-16p. Dissertação (Pós-graduação em engenharia civil)- Universidade Federal de Viçosa.
- ATSDR Agency for toxic Substances and Disease Control. 2003 CERCLA priority list of hazardous substances. Disponível em <<http://www.atsdr.cdc.gov/clist.html>>. Acesso em: 31 de maio de 2008.
- BASTO, A.C.S. & FREITAS, A.C. **Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental.** Avaliação e perícia ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2000. 17-60p.
- BISINOTI, M.C.; JARDIM, W.F. **O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente.** Química nova, v.27, Nº 4, 2004.593-598p.
- BOENING, D.W. **Ecological Effects transport and fate of mercury: a general review.** Chemosphere nº 40, 2000. 1335-1351.
- BORBA, R.P et al. **Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, Quadrilátero Ferrífero (MG), 2004.**v. 57, Revista Esc.de Minas, 45-50p.
- BORBA, R.P., FIGUEIREDO, B.R.,RAWLLINS, B.G, MATCHULLAT,J. **Arsenic in Water and sediment in the Iron Quadrangle Minas Gerais state, Brazil.** Revista Brasileira de Geociências. v.30 n.3: 2000. 554-557p.
- BRASIL, Leis e Decretos. Ministério da Saúde, Portaria Nº 685 de 27/08/98. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.Php?id=10959>>. Acesso em 25 de maio de 2008.
- BRASIL. Leis e Decretos. Decreto N} 55.871 de 26 de março de 1965 do Ministério da Saúde. Estabelece limites máximos de contaminantes químicos em alimentos. Diário Oficial, Brasília. 29 de maio de 1965.
- CAVALCANTI, J.A.D. **Mineralização aurífera de Lajes-Antônio Dias, Ouro Preto-MG: controles lito-estratigráficos e estruturais.** Instituto de Geociências, Unicamp, 1999. 108p.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 003 de 05 de junho de 1984.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2.ed. -Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 56-59p.
- FAO. **Elemento-traço na nutrição e saúde humana.** 1ª ed. São Paulo. Editora Roca LTDA, 1998. 266-276p.
- FAO. **O estado do mundo da pesca e da aquicultura 2003.**
- FIGUEIREDO, B. F.; BORBA, R.P. **Arsênio em água: processos naturais de descontaminação e de remediação.** In; VIII Encontro Nacional Sobre Contaminantes Inorgânicos e II Encontro sobre Essencialidade de Elementos Na Nutrição Humana. Campinas ITAL, 2000. 19-21p.
- Figura 2 adaptado do site: <<http://www.areaseg.com/toxicos/mercurio.html>>. Acesso em 15 de maio 2008.

- FÖRSTNER U, WITTMAN G.T.W. **Metal pollution in the aquatic environment.** Springer- verlag, 1979. 265-280p.
- GUILHERME, L.R.G et al. **Elementos-traço em Solos e Sistemas Aquáticos**, 2005. 345-390p.
- JUCÁ, P.R. **Glossário cuiabano**, 2007. 60p
- KASUYA, M. **Recent epidemiological studies on itai-itai disease as a chronic cadmium poisoning in japan.** Water Sci. Technol, 2000. 147-154p.
- KITAHARA, S.E **Mercúrio total em pescado de água doce.** Ciência e tecnologia de alimentos, São Paulo. 2000, 267-273p.
- KURIEN, J. **Responsible fish trade and food security.** FAO fisheries Technical paper N° 456, 2005. 102p.
- LACERDA, L. D. **Contaminação por mercúrio na Amazônia: Avaliação preliminar do rio Madeira, Rondônia.** 1995.20-21p.
- LIMA JÚNIOR, R.G.S; ARAÚJO, F.G.; MAIA, M.F.; BRAZ PINTO, A.S. **Evaluation of heavy metals in fish of Sepetiba and Ilha Grande Bays, Rio de Janeiro, Brazil.** Environmental Research Section, v.89. 2002.171-179p.
- LUOMA, S.N. **Forms of trace elements in soils, sediments, and Associated waters: an overview of their determination and biological availability.** 1997. 110-143p.
- MALM, O.; PFEIFFER, W. C.; BASTOS, W.R.; SOUSA, C.M.M. **Utilização do acessório de geração de vapor frio para a análise de mercúrio em investigações ambientais por espectrofotometria de absorção atômica.** Revista Ciência Cultura, v 1, N° 41. 88-92p.
- MANTOVANI, B.M.D. **Contaminantes inorgânicos na cadeia produtiva do pescado.** 1º Simpósio de Controle do Pescado: Qualidade e Sustentabilidade, 17 e 18 de março de 2005. 13-17p.
- MAYASA. **Documento informativo para la Evaluación mundial del mercúrio.** Minas de Almadén y Arrayanes, 2001. Disponível em <[http://www.chem.unep.ch/mercury/2001-gov-sub/sub 78 govatt2.pdf](http://www.chem.unep.ch/mercury/2001-gov-sub/sub%2078%20govatt2.pdf)>. Acesso em: 31 de maio de 2008.
- MEILI. M. **Mercury in lakes and rivers.** In: SIEGEL, A; SIEGEL, H. Metal ions in biological systems v34, 1997. 21-51p.
- MELO, L.F.C.; MORGANO, M.A.; MANTOVANI, D.M.B. **Avaliação do teor de arsênio total em pescado de água doce.** Ver. Inst. Adolfo Lutz, 1999. 81-86p.
- MICARONI, R.C.C.M; BUENO, M.I.M.S.; JARDIM, W.F. **Compostos de mercúrio, revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte.** Química nova, v. 23, N° 4, 2000. 487-495p.
- MILLER, M. L. e J. A. Koburger,. **Tolerance of *Plesiomonas shigelloides* to pH, sodium chloride and temperature.** *J. Food Prot.* 49, 1986 877-879p.
- MÖLLERKE. R. O.; NOLL. I.B.; SANTO.M.A.B.E.; NORTE.D.M. **Níveis de Arsênio total como indicador biológico, na avaliação da qualidade do pescado do lago Guaíba em Porto Alegre RS Brasil.** Ver. Inst. Adolfo Lutz, 2003. 117-121p.
- MOREL, F. M.M. KRAEPIEL, A.M.L; Amyot, M. **The chemical cycle and bioaccumulation of mercury.** Rev. Ecol.Syst. 1998. 543-566p.

- OECD. Risk reduction monograph: Mercury-Background and national Experience with Reducing Risk. Organisation for Economic Co-operation and Development, 1995. 103-107 p.
- RIBEIRO,F.E.; NETO,L.S.F.; FILHO,P.R.W. **Elementos metálicos em pescados comercializados na cidade de São Paulo.** Revista Científica, Uninove. São Paulo, 2000. 61-65p.
- SALOMONS W, FÖRSTNER U, MADER P. Heavy metals: problems and solutions. Springer- Verlag, 1995. 412p.
- SANTOS, E.C. O et al. Exposição ao mercúrio e ao arsênio em Estados da Amazônia: síntese dos estudos do Instituto Evandro Chagas/ Funasa. **Revista Brasileira de Epidemiologia.**v.6 n.2 São Paulo, 2003. 73-78p.
- SEAP.Aquicultura no brasil, 2003 <<http://200.198.202.145/seap/html/aqinformacao.htm>> Acesso em: 31 maio de 2008.
- STEINNES, E. M.. In Heavy Metals in Soils, Second Edition (BJ Alloway. Ed) 1995. 20-28p.
- USEPA. **National Primary Drinking water Regulations, Arsenic and Clarifications to Compliance and New Source Contaminants monitoring.** Proposed Rule. Federal Register, v.65, n.121. 2000.
- VOEGBORLO,R.B.;EL-METHNANI,A.M.; ABEDIN, M.Z. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. **Food Chemistry**, v.67, 1999. v.67, 341-345p.
- ZANICHELLI, Claudia, et al. **Reciclagem de lâmpadas: aspectos ambientais e tecnológicos.** Artigo científico.2004.Disponível em: <[http://www.apliquim.com.br/downloads/arquivos/lampadas\\_pucc.pdf](http://www.apliquim.com.br/downloads/arquivos/lampadas_pucc.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2008.