

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

**RODRIGO ZANARDINI MARTINS**

**CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NA REGIÃO DO PROJETO DA  
UHE TIJUCO ALTO – ESTUDO DE CASO**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**CURITIBA  
2014**

**RODRIGO ZANARDINI MARTINS**

**CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NA REGIÃO DO PROJETO DA  
UHE TIJUCO ALTO – ESTUDO DE CASO**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Rui Bocchino Macedo.

CURITIBA  
2014

**RODRIGO ZANARDINI MARTINS**

**CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NA REGIÃO DO PROJETO DA  
UHE TIJUCO ALTO – ESTUDO DE CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

---

Prof. M.Sc. Rui Bocchino Macedo  
Professor do XXVIII CEEST, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Ronaldo L. dos Santos Izzo  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## RESUMO

O presente trabalho abordará a contaminação por chumbo no Vale do Ribeira, entre o extremo nordeste do estado do Paraná e o sudeste do estado de São Paulo, em específico na região prevista para a construção da Usina Hidrelétrica (UHE) Tijuco Alto, sito o Rio Ribeira de Iguape. Em seus 470 km de extensão, nas suas margens vivem pequenos agricultores, quilombolas e comunidades indígenas. O chumbo gera grandes preocupações na Saúde Pública tendo em vista os riscos graves que sua exposição pode causar, já que sua utilização é muito difundida, além das questões ambientais decorrentes deste uso. A cadeia produtiva do chumbo e de seus artefatos é tema recorrente após o acontecimento de acidentes de grandes. Os riscos de doenças causadas aos trabalhadores pela exposição ao chumbo, principalmente através do contato com a água e, em especial o impacto causado pela contaminação por este metal na região envolvida com a UHE Tijuco Alto, são evitáveis através da implementação de medidas de controle tanto de engenharia quanto de ciência que podem atenuar a contaminação pelo chumbo. A área em que está prevista a construção da UHE Tijuco Alto no Rio Ribeira de Iguape foi definida como objeto de estudo para esse trabalho tendo como objetivo realizar um estudo de controle de exposição ao chumbo através de itens da NR 7 e NR 15. O detalhamento da história do projeto da UHE Tijuco Alto esboça uma ideia global sobre o processo geral e a forma como ocorreu o uso das águas do Rio Ribeira de Iguape. Para o estudo, foi desenvolvido um questionário resumido e objetivo para entender a percepção do trabalhador da pesca quanto à qualidade das condições de trabalho do mesmo. Observou-se que a percepção do trabalhador remete a realidade do meio ambiente e em muitos casos o desconhecimento de visão técnica mais criteriosa atenua o cenário crítico.

Palavras Chave: Água, Contaminação, Chumbo, Trabalhador.

## ABSTRACT

This paper will address the lead contamination in the Ribeira Valley, between the extreme northeastern state of Paraná and southeastern São Paulo State, in particular in the region expected for the construction of the hydroelectric plant (HPP) Tijuco Alto, located the Ribeira River Iguape. In its 470 km long, live on its banks smallholder farmers, indigenous and maroon communities. Lead raises major concerns in public health in view of the serious risks that may cause their exposure, since their use is widespread, beyond the environmental issues arising from this use. The production chain of lead and its artifacts is a recurring theme after the event of major accidents. The risks of diseases caused to workers by lead exposure, primarily through contact with water, and in particular the impact of contamination by this metal in the region involved with HPP Tijuco Alto, are preventable through implementation of control measures both of engineering and science that can mitigate lead contamination. The area where the construction of HPP Tijuco Alto in Ribeira River is expected was defined as an object of study for this work aiming to carry out a control study of lead exposure through items from NR 7 and NR 15. Detailing the history of HPP Tijuco Alto project outlines a comprehensive idea about the overall process and how the use of waters of the Ribeira River occurred. For the study, a brief and objective questionnaire was developed to understand the perception of the fishery on the quality of working conditions for the same worker. It was observed that the perception of worker refers the reality of the environment and in many cases the lack of significant technical vision attenuates the critical scenario. Key words: Water, Contamination, Lead, Worker.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO DE PESQUISA.....	9
1.1.1 Geral.....	9
1.1.2 Específicos.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	9
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1 FORMAS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO.....	11
2.2 RISCOS A SAÚDE.....	12
2.2.1 Intoxicação por Chumbo (saturismo).....	12
2.2.2 Tratamento ao Saturnismo .....	13
2.3 LIMITES DE TOLERÂNCIA .....	14
2.4 CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NA ÁREA ABRANGIDA PELA UHE TIJUCO ALTO .....	16
2.5 SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS.....	26
2.5.2 Biossorção .....	26
2.5.2.1 Biossorção Através de Bagaço de Cana de Açúcar .....	27
2.5.2.2 Biossorção Através de Casca de Banana .....	27
2.5.3 Medidas de Prevenção Primária da Exposição.....	29
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	30
3.1 HISTÓRICO DA UHE TIJUCO ALTO.....	30
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	32
4.1 RESULTADO DA PERCEPÇÃO DO TRABALHADOR .....	32
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho abordará a contaminação por chumbo no Vale do Ribeira, entre o extremo nordeste do estado do Paraná e o sudeste do estado de São Paulo, em específico na região prevista para a construção da Usina Hidrelétrica (UHE) Tijuco Alto, sito o Rio Ribeira de Iguape. Em seus 470 km de extensão, nas suas margens vivem pequenos agricultores, quilombolas e comunidades indígenas.

A UHE Tijuco Alto é um empreendimento projetado pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) para incrementar a produção de energia elétrica para suas instalações na cidade de Alumínio, antiga Mairinque, localizada no interior de São Paulo.

O chumbo é um mineral encontrado na natureza, extraído desde a antiguidade, sendo o quinto metal mais utilizado na indústria. A extração do chumbo, cujo símbolo é *Pb*, é feita em minas sendo este beneficiado por diversos processos e continua cada vez mais empregado tanto que no último século sua produção e consumo praticamente quadruplicaram. Ainda assim, o Brasil produz apenas 0,2 % do consumo mundial enquanto o estado que possui as maiores jazidas é o de Minas Gerais (PANTAROTO, 2006).

O chumbo gera grandes preocupações na Saúde Pública tendo em vista os riscos graves que sua exposição pode causar já que sua utilização é muito difundida além das questões ambientais decorrentes deste uso. A cadeia produtiva do chumbo e de seus artefatos é tema recorrente após o acontecimento de acidentes de grandes proporções<sup>1</sup> além dos usos inadequados o que gera uma problemática para a Saúde Pública e para o meio ambiente.

Dados obtidos nos anos 1990 indicam que mais de 4 milhões de toneladas de chumbo eram consumidas anualmente em todo o mundo e que cerca de 1% da força de trabalho estaria exposta a este metal (LEITE, 2006).

A região do Vale do Ribeira foi palco de intensa atividade de mineração, tendo sido exploradas nove minas, cujo foco de interesse principal era a obtenção de chumbo e, secundariamente, prata e ouro. As minas operaram de 1920 a 1995, sendo que a usina Plumbum<sup>2</sup>, localizada no município de Adrianópolis/PR, operou de 1945 a 1995. As condições de mineração e refino no Vale do Ribeira foram quase sempre rudimentares, não havendo controle sobre os impactos ambientais gerados durante as fases de extração e de beneficiamento do minério. No período de 1945 a 1991, todos os resíduos sólidos da

---

<sup>1</sup> A população da cidade de Santo Amaro da Purificação (BA), distante cerca de 100 km de Salvador, vem sofrendo ao longo dos últimos 32 anos, com as consequências da poluição e a contaminação pelo chumbo e cádmio em nível endêmico. O município é tido como o mais contaminado por chumbo no mundo.

<sup>2</sup> Companhia Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda., hoje sob o nome de Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda.

Plumbum foram lançados diretamente no Rio Ribeira de Iguape, sem tratamento, correspondendo a aproximadamente 5,5 t/ano (cerca de 253 toneladas no total) de elementos tóxicos (arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo e zinco) (CASSIANO, A. M., 2001).

No passado, a economia sustentava-se da exploração de recursos minerais, através da Plumbum. Hoje, a agricultura é a principal atividade econômica da população do Vale do Ribeira. As mais presentes culturas são a banana e o chá preto tendo em vista que se utilizam dos terrenos mais extensos e são mais importantes comercialmente. Grande quantidade dos produtores desenvolve agricultura de subsistência por se tratarem de propriedades familiares. A pecuária é incipiente, porém, é praticada apenas em alguns locais.

A banana, por exemplo, é plantada em praticamente todos os municípios tanto por latifundiários como por pequenos produtores. A exploração de fosfato e calcário, predominantemente nos municípios de Cajati e Apiaí, tem sua relevância em menor escala, pois absorve pouca mão-de-obra em vista do número pequeno de estabelecimentos.

Com tamanha riqueza e complexidade junto à problemática socioeconômica do Vale do Ribeira, é importante avaliar a questão energética na região utilizando-se de conhecimentos científicos para que as diversas áreas contribuam com seu conteúdo teórico de modo a justificar e respaldar a análise para que a mesma seja mais eficiente, global e explicativa. Desta forma, é imprescindível a análise tanto do contexto econômico e ambiental do Vale do Ribeira, em especial o Rio Ribeira de Iguape em que se pretende construir a UHE Tijuco Alto.

**Capítulo 1** - Introdução com a justificativa e o objetivo que levaram ao desenvolvimento deste projeto e como o trabalho se estrutura.

**Capítulo 2** - Revisão da literatura, buscando fornecer uma visão geral sobre o tema, abordando: as formas de contaminação por chumbo e seus índices aceitáveis de exposição; a intoxicação por chumbo com suas causas e efeitos; as referências sobre a contaminação na região da UHE Tijuco Alto além da problemática causada ao trabalhador local; e as soluções de engenharia para a descontaminação de águas poluídas por chumbo.

**Capítulo 3** - Descrição da metodologia de trabalho explicando os procedimentos empregados na pesquisa e os recursos materiais utilizados.

**Capítulo 4** - Apresentação dos resultados e conclusão com a resposta ao objetivo geral.

**Capítulo 5** - Considerações finais.



## 1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO DE PESQUISA

### 1.1.1 Geral

Analisar o controle da exposição ao chumbo no Vale do Ribeira, sendo o estudo focado no Rio Ribeira do Iguape tendo em vista o histórico de problemas na região e a possibilidade da construção da UHE Tijuco Alto.

### 1.1.2 Específicos

- Apresentar aos empreendedores e profissionais em segurança e saúde do trabalho os riscos de doenças causadas aos trabalhadores pela exposição ao chumbo, principalmente através do contato com a água e, em especial o impacto causado pela contaminação por este metal na região envolvida com a UHE Tijuco Alto.
- Apresentar os problemas que a contaminação por chumbo pode causar no meio ambiente e no trabalhador, além de demonstrar a importância da implementação de medidas de controle com o objetivo de verificar a exposição do trabalhador da pesca no Rio Ribeira de Iguape ao chumbo.
- Propor medidas de engenharia e ciência que possam atenuar a contaminação pelo chumbo e verificar se há no mercado opção em relação à proteção coletiva para as atividades neste tipo de local.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Comissão de Meio Ambiente da Assembleia Legislativa de São Paulo, a contaminação por chumbo ocorre desde o início do século XX, mais notadamente entre 1920 e 1996, sem que o Estado tivesse tomado providências significativas para coibi-la no Rio Ribeira de Iguape, nos estados de São Paulo e Paraná.

Segundo dados do Instituto Socioambiental (ISA), o Vale do Ribeira conta com aproximadamente 21% da área remanescente de Mata Atlântica existente no país, além de 150 mil hectares de restingas e 17 mil hectares de manguezais. Aliado a isto, a região também se destaca pela riqueza arqueológica, por concentrar o maior número de cavernas do Brasil e de possuir o maior número de sítios tombados do Estado de São Paulo – 158 no total – sendo 75 sítios líticos (de pedra), 82 sítios cerâmicos, 12 sambaquis e 3 cemitérios indígenas (CONCEIÇÃO, 2010).

Neste contexto, caso fosse autorizado a construção da UHE Tijuco Alto, a situação poderia se complicar. Normalmente, o represamento de rios causa o aumento da acidez na água, principalmente no fundo do reservatório, em virtude da decomposição da matéria orgânica na área inundada. Isto faria com que as partículas inativas de chumbo no Rio Ribeira do Iguape se tornassem ativas com a reação com a água ácida. Outro aspecto importante a ser levado em consideração é que a inundação da região causaria a suspensão do chumbo depositado no leito do rio e também arrastaria os rejeitos das margens aumentando a contaminação na região.

Diante desses fatos, é importante analisar o grau de contaminação por chumbo na região da UHE Tijuco Alto com o objetivo de chegar a uma opinião clara e fundamentada sobre o que está ou não sendo feito como controle para que não haja dano ainda maior ao que já foi causado a comunidade e aos trabalhadores da região apontando possíveis soluções que possam contribuir com a extinção, ou ao menos atenuação, da questão em debate.

O estudo é relevante tendo em vista que, apesar da energia elétrica ser reconhecida como etapa de progresso, modernidade e evolução, traz mudanças para as comunidades locais e, no caso específico, pode trazer problemas de saúde ao trabalhador local, prejudicando sua qualidade de vida, e ao meio ambiente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Compõe-se de pesquisa sobre a literatura em busca de visão geral sobre o tema.

### 2.1 FORMAS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO

O chumbo pode causar diversos males à saúde. Interfere na produção da hemoglobina, causa distúrbios renais, neurológicos e no encéfalo (MEDITEXT, 1998). Seus efeitos podem evidenciar-se a vários níveis de concentração sanguínea e podem ser correlacionados com estes níveis. Mesmo em adultos, os efeitos são descobertos à medida que se refinam os métodos de análise e mensuração (CDC, 1992).

A exposição humana ao chumbo pode se dar por várias fontes: solo, ar, água e sob várias formas de ingestão (WHO, 1992). A absorção do chumbo pode ocorrer por via digestiva e respiratória (partículas finas). A absorção pela pele só é referida para o acetato de chumbo (MEDITEXT, 1998). Esta absorção é diferencial entre crianças e adultos. O chumbo inalado pelo trato respiratório baixo é completamente absorvido, já pelo trato gastrointestinal (principal via de absorção), os adultos absorvem de 10 a 15% da quantidade ingerida enquanto para as crianças e mulheres gestantes este índice é de mais de 50%. Esta absorção aumenta quando há deficiência orgânica de ferro, cálcio e zinco (CDC, 1992 e MEDITEXT, 1998).

O chumbo pode penetrar no organismo através de diversas maneiras. As mais comuns são pelas vias respiratória, cutânea ou digestiva. A partir do momento em que está dentro do corpo, o chumbo pode se distribuir por todo organismo, sendo excretado pelos rins, biles, suor e até mesmo pelo leite materno. Seu acúmulo é lento e progressivo, sendo que cerca de 90% do depósito total de chumbo no organismo acumula-se nos ossos, havendo ocorrência direta com o cálcio. O restante desse metal deposita-se no sangue e em partes moles, especialmente nos rins e no cérebro. O chumbo tem a propriedade de atravessar facilmente a placenta, o que faz com que a concentração da sanguínea da mãe seja similar a do feto (MACEDO, 2012). Em estados de stress como gravidez, lactação e doenças crônicas este metal pode ser mobilizado dos ossos e se constituir em fonte de elevação de seus níveis sanguíneos (CDC, 1992).

A absorção do chumbo depende da concentração e do tempo de exposição ao metal, além dos fatores relacionados ao indivíduo, como idade e estados fisiológicos (SALGADO, 2003; LARINI et al., 1997). Depois de absorvido, o metal apresenta no sangue uma meia vida

de 1 a 2 meses e distribui-se inicialmente nos tecidos moles<sup>3</sup> sendo que com o tempo deposita-se também nos ossos, dentes e cabelo (KLASSEN, 1991) sendo posteriormente excretado principalmente através das fezes e da urina (SALGADO, 2003).

## 2.2 RISCOS A SAÚDE

### 2.2.1 Intoxicação por Chumbo (saturnismo)

O saturnismo é a intoxicação produzida por excesso de chumbo no organismo sendo o termo uma referência ao deus Saturno, idolatrado na Roma antiga. Os romanos acreditavam que o chumbo, "o metal mais antigo", foi um presente que Saturno lhes deu e com ele construíam aquedutos e produziam acetato de chumbo, utilizado pelos aristocratas da época para adocicar o vinho. Acredita-se que essa mistura bombástica e a consequente intoxicação por ela provocada seria a causa da imbecilidade, perversidade e esterilidade reconhecidas de imperadores como Nero, Calígula, Caracala e Domiciano, este último construtor de fontes que jorravam vinho "chumbado" nos jardins de seus palácios (3M, 2005).

A intoxicação crônica é a mais comum, tendo o quadro progressivo e insidioso. No início, normalmente aparecem sintomas gerais e inespecíficos, tais como fraqueza, dores musculares, dores em membros inferiores, insônia, fadiga, irritabilidade, perda progressiva de memória, dores abdominais e cefaleia. Na grande maioria das vezes, observa-se que o paciente tem uma história ocupacional de exposição prolongada ao metal e poucas e inadequadas medidas de segurança (MACEDO, 2012). Intoxicações agudas com sais de chumbo não são frequentes e, em sua maioria, ocorrem, de forma acidental, sendo alguns casos criminais ou suicidas. Verifica-se o aparecimento de náuseas, dores abdominais, vômitos (que pode ter aspecto leitoso), sensação adstringente pronunciada na boca e gosto metálico. As fezes podem apresentar coloração negra em virtude da reação do chumbo com compostos sulfurados existentes nos gases intestinais. Pode ocorrer a morte em 1 a 2 dias (KLASSEEN, 1991; LARINI et al., 1997; KOSNETT, 2003).

O Quadro 2 demonstra as doenças causalmente relacionadas à exposição ao chumbo metálico nos termos da Portaria nº 1.339 de 18/11/1999 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1999) de acordo com a Classificação Internacional de Doenças - CID-10.

---

<sup>3</sup> O termo tecido mole se refere à classe de tecidos animais com matriz extracelular rica em fibras de colágeno e elastina. Trata-se de músculos, tendões, gordura, vasos sanguíneos e nervos.

**Quadro 2** – Doenças relacionadas à exposição ao chumbo metálico.

<b>Doença</b>	<b>CID 10</b>
Outras anemias devidas a transtornos enzimáticos	D55.8
Anemia sideroblástica secundária a toxinas	D64.2
Hipotireoidismo devido a substâncias exógenas	E03.-
Outros transtornos mentais decorrentes de lesão e disfunção cerebrais e de doença física	F06.-
Polineuropatia devida a outros agentes tóxicos	G52.2
Encefalopatia tóxica aguda	G92.1
Encefalopatia tóxica crônica	G92.2
Hipertensão arterial	I10.-
Arritmias cardíacas	I49.-
Cólica do chumbo	K59.8
Gota induzida pelo chumbo	M10.1
Nefropatia túbulo-intersticial induzida por metais pesados	N14.3
Insuficiência renal crônica	N17
Infertilidade masculina	N46
Efeitos tóxicos agudos	T56.

Fonte: BRASIL (1999).

### 2.2.2 Tratamento ao Saturnismo

O tratamento do saturnismo deve ser realizado de acordo com o estágio da doença. O afastamento do posto de trabalho deve ser imediato e é uma das medidas mais importantes do tratamento em qualquer fase da doença. A terapia medicamentosa, quando utilizada, deve ser constantemente monitorada. Para a obtenção da cura, devem ser usadas terapias com quelantes de chumbo ou antioxidantes ou a associação de ambos. O retorno ao posto de trabalho só deve ocorrer se o trabalhador estiver totalmente curado e se houver controle da fonte geradora de intoxicação (MACEDO, 2012). O tratamento mais específico para a intoxicação por chumbo consiste na utilização de vitaminas, minerais e aminoácidos, além do uso de fibras e dos agentes quelantes. O uso destes nutrientes visa a sua reposição, de forma que atuem como desintoxicantes e antioxidantes, sendo altamente benéficos para o organismo intoxicado (SADAIO, 2012).

De forma resumida, a prevenção é feita através de: controle ambiental efetivo do local de trabalho; medidas de higiene como não se alimentar no local de trabalho, lavar as mãos e trocar de roupas com frequência; controle médico dos trabalhadores expostos; e controle toxicológico.

Caso o prognóstico seja: de intoxicação leve, é possível que haja melhora significativa dos sintomas com retorno ao trabalho após a normalização dos indicadores biológicos; de neuropatia saturnica periférica intensa, o caso pode ser irreversível e conduz à paralisia

permanente; de insuficiência renal crônica e encefalopatia saturnica aguda, o trabalhador pode vir a óbito (MACEDO, 2013).

### 2.3 LIMITES DE TOLERÂNCIA

Concentração de chumbo no sangue menor que 10 µg/dl é recomendada como aceitável pela Organização Mundial da Saúde (OMS), Center for Disease Control (CDC) e American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). A ACGIH recomenda este limite também para mulheres grávidas (LOLI, 1998). A ingesta semanal de chumbo considerada como aceitável é de 25 mg/kg (FAO/OMS, 1994).

A toxicologia ainda não possui total confiança nos valores determinados para os limites de tolerância existentes, fazendo restrições quanto a sua validade, seja pela suscetibilidade individual das pessoas ou porque os testes são realizados em cobaias. Os limites de tolerância estão longe de ser uma linha divisória entre o seguro e o nocivo, servindo apenas como balizador. (MORAES, 2007)

Com relação aos níveis de exposição aos trabalhadores, a ACGIH estabelece Valores Limites de Tolerância (TLVs) e Índices Biológicos de Exposição (BEIs) que são atualizados constantemente em função de diversos fatores: avanços tecnológicos, pesquisas científicas e conforme sugestões dos fabricantes de produtos químicos.

Os TLVs referem-se às concentrações de substâncias químicas dispersas no ar e representam às condições as quais se acredita, a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante sua vida laboral, sem sofrer efeitos adversos à saúde. (ACGIH, 2008).

Os BEIs geralmente indicam a concentração de uma substância em meio biológico das pessoas expostas e indica a absorção do agente químico, abaixo da qual quase nenhum trabalhador deveria experimentar efeitos adversos à saúde. (ACGIH, 2008).

De acordo com a Norma Regulamentadora 15 – Atividades e Operações Insalubres - NR 15 (Portaria nº 3.214, de 08/06/1978), os limites de tolerância fixados no Quadro 3 são válidos para jornadas de trabalho de até 48 horas por semana, inclusive, e se referem à contaminação pelo ar.

**Quadro 3** – Limites de tolerância de acordo com a NR 15.

<b>Agente Químico - Chumbo</b>				
Valor teto	Absorção também p/ pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso da sua caracterização
		ppm*	mg/m <sup>3</sup> **	
-	-	-	0,1	Máximo

\* ppm - partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.

\*\* mg/m<sup>3</sup> - miligramas por metro cúbico de ar.

Fonte: NR 15 (1978).

No Quadro 4, estão descritos os índices considerados normais e os limites de tolerância biológicos, regulamentados pela Portaria n° 12, de 06/06/1983, apresentada pela Secretaria de Segurança e Medicina do Trabalho.

**Quadro 4** – Índices de tolerância de acordo com a Portaria n° 12, de 06/06/1983.

<b>IBE*</b>	<b>Valor Normal</b>	<b>LTB**</b>
Chumbo no sangue	Até 40 mg/dL	60 mg/dL
Chumbo na urina	Até 65 mg/L	150 mg/L
Ácido delta amino-levulínico desidratase	30-60 U/L	10 U/L
Protoporfirina zinco	Até 75 mg/dL	200 mg/dL
Protoporfirina livres	Até 60 mg/dL	300 mg/dL
Ácido delta amino-levulínico na urina	Até 4,5 mg/L	15 mg/L
Coproporfirina urinária	Até 150 mg/L	200 g/L

\* IBE – Índice Biológico de Exposição.

\*\* LTB – Limite de Tolerância Biológico.

Fonte: NR 15 (1978).

No Brasil, a Norma Regulamentadora 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR 7 (Portaria n° 24, de 29/12/1994), determina a realização de exames médicos anuais para monitorar os efeitos tóxicos do chumbo inorgânico no organismo de trabalhadores expostos. Para tanto, a NR 7 estabelece os Valores de Referência (VR), isto é, os níveis máximos de chumbo em pessoas não ocupacionalmente expostas e os Índices Biológicos Máximos Permitidos (IBMP) em trabalhadores expostos; para o metal no sangue estes são respectivamente 40 µg/dl e 60 µg/dl (JACOB et al., 2002).

Em vista dos problemas causados pelo saturnismo à saúde humana e de suas consequências tanto sociais como econômicas, a agência estadunidense EPA (Environmental Protection Agency) estabeleceu limites toleráveis de chumbo no ar (< 1,5 µg/m<sup>3</sup>), em água potável (< 15 µg/L), em tintas (< 0,06%) e no sangue (<10 µg/dL).

É importante ressaltar que o valor de tolerância para chumbo em água potável para a Organização Mundial da Saúde era de 50 µg/L em 1984 (WHO, 1984) e revisto em 1993 passou para 10 µg/L (WHO, 1993) pelo mesmo organismo o que se constata que a tolerância

vem se tornando cada vez mais rígida com o passar dos anos em razão do aprofundamento dos estudos referentes a contaminação pelo chumbo.

#### 2.4 CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NA ÁREA ABRANGIDA PELA UHE TIJUCO ALTO

No Brasil, não existem registros ou estimativas confiáveis do número de indivíduos expostos ocupacional e ambientalmente ao chumbo, embora a literatura especializada venha apontando grupos de trabalhadores intoxicados (OKADA, 1997; SANTOS, 1993; STAUDINGER, 1998; SILVEIRA; MARINE, 1991).

O estudo de metais nos rios brasileiros ainda é escasso, em vista da grande rede hidrográfica do território nacional. Um programa sistemático e amplo de monitoramento da água no Brasil ainda não foi realizado, talvez por falta de uma proposta mais objetiva e econômica para que seja viabilizado pelo governo (PIRES et al., 2000).

No Estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB) estabeleceu valores orientadores para solo e água subterrânea (Decisão de Diretoria. nº 195-2005-E, de 23/11/2005). Para o chumbo nos solos, o valor de intervenção agrícola é de 180 ppm, no residencial de 300 ppm, no industrial de 900 ppm enquanto para água subterrânea é de 10 µg/L. Para prevenção, o valor é de 72 ppm enquanto a referência de qualidade é de 17 ppm. Considerando a grande quantidade de anomalias geoquímicas nos sedimentos de corrente do Vale do Ribeira e sabendo que as concentrações são bem mais diluídas em relação às correspondentes anomalias de solo, pode-se alertar que vários núcleos populacionais do vale estão sob constante exposição ao chumbo e sua toxicidade (LOPES, 2005).

A exploração de chumbo no Vale do Ribeira fez com que os rejeitos de minério jogados dentro das drenagens e estocados nas suas margens, associados a fortes desníveis topográficos e a frequentes chuvas torrenciais, foram os responsáveis pelo enriquecimento dos sedimentos do Rio Ribeira de Iguape desde a mina do Rocha no Paraná até sua foz no complexo estuarino de Iguape – Cananéia, no litoral Sul Paulista (LOPES, 2005). A Figura 1 demonstra a contaminação das sub-bacias hidrográficas do Vale do Ribeira.





**Quadro 5** - Parâmetros físico-químicos utilizados no enquadramento de corpos d'água e as respectivas diretrizes de concentrações de chumbo para cada classe da Resolução CONAMA 357/2005.

Parâmetro	Unidade	Água doce			Água salobra		
		*C1	**C2	***C3	*C1	**C2	***C3
Salinidade	%	< 6,0	< 6,0	< 6,0	5,0 - 30,0	5,0 - 30,0	5,0 - 30,0
Chumbo	µg/L	10	-	33	10	210	-

\* C1 - Classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

\*\* C2 - Classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

\*\*\* C3 - Classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

Fonte: CONAMA (2005).

Porém, é importante salientar que foram realizadas outras análises sobre a contaminação por chumbo na área da construção da UHE Tijuco Alto, como o Parecer Técnico<sup>4</sup> feito pelo SENAI/CIC (2004), com os resíduos que se localizavam na área prevista a ser inundada para o reservatório.

O Quadro 6 demonstra a caracterização dos extratos da lixiviação e solubilização do amostra de resíduo sólido assim como os limites definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da Norma Brasileira (NBR)10.004/2004 - Resíduos sólidos - Classificação.

<sup>4</sup> Estudo realizado através do Parecer Técnico – Classificação dos Resíduos Sólidos, emitido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Centro Integrado de Tecnologia e Educação Profissional da Cidade Industrial de Curitiba.

**Quadro 6** – Caracterização dos extratos da lixiviação e da solubilização da amostra de resíduo sólido.

Parâmetro	Amostra 5196/2004*	Limites da NBR 10.004/2004
Caracterização Lixiviado**		
Chumbo	0,189 µg/L	0,001 µg/L
Caracterização Solubilizado***		
Chumbo	250 µg/L	10 µg/L

\* Amostra 5196/2004 - amostra de resíduo sólido identificada como Mineradora Rocha extraída no Rio Ribeira de Iguape próximo ao local previsto para a UHE Tijuco Alto.

\*\* Caracterização Lixiviado - processo para determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo, por meio de dissolução no meio exterior (ZAMATARO et al.; 2009).

\*\*\* Caracterização Solubilizado - processo pelo qual uma substância ou produto pode dissolver em um líquido, é o processo de dissolução de um determinado material ou produto (ZAMATARO et al.; 2009).

Fonte: SENAI/CIC (2004).

Neste parecer, concluiu-se que:

“[...] Avaliando os resultados analíticos verificamos que a análise do extrato de lixiviação indicou que o chumbo apresentou valor muito acima do limite definido pelo anexo F da NBR 10.004/2004 e, portanto, o resíduo analisado identificado como mineradora rocha encaminhado pelo sr. João Ricardo M. Alves Costa é considerado Classe I – Perigoso.

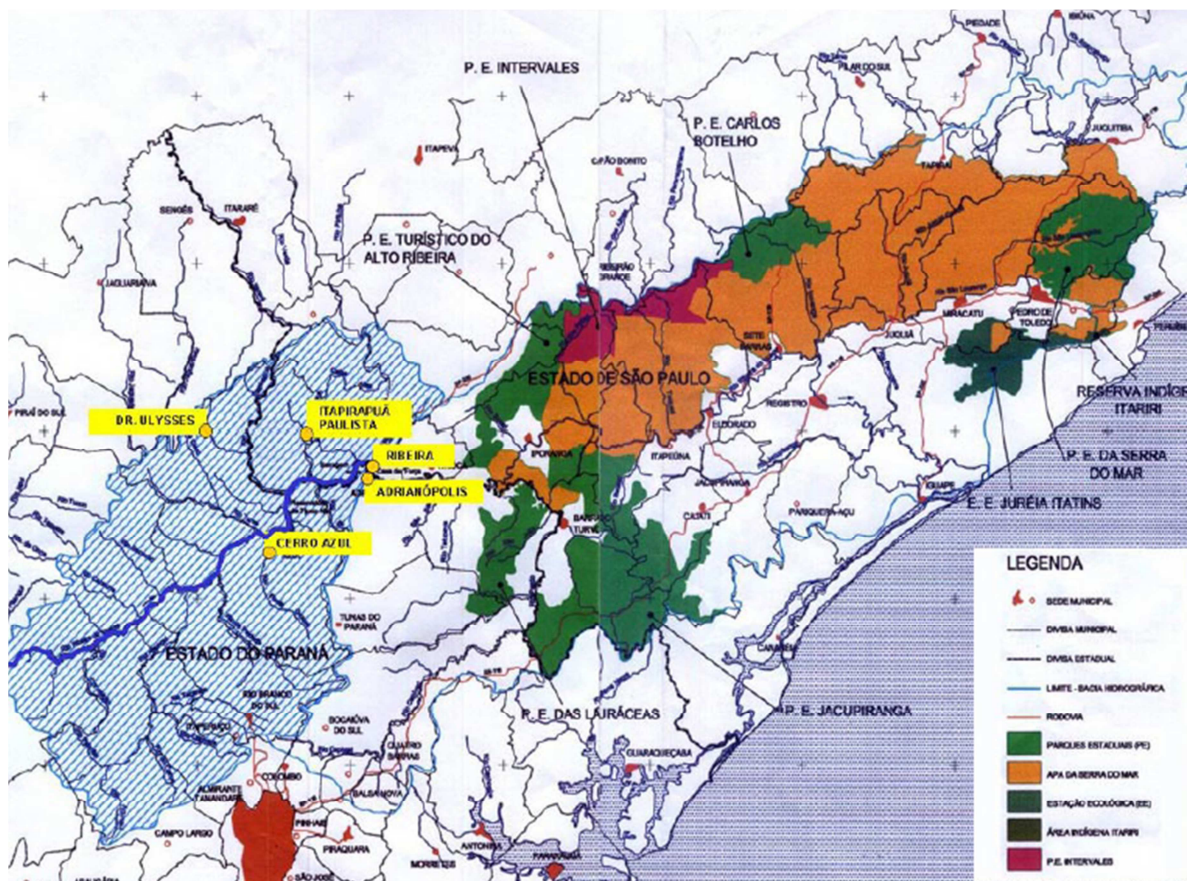
Salientamos ainda que a caracterização do extrato do ensaio de solubilização desta amostra que indicou concentrações de Alumínio, Cádmio e Chumbo são superiores aos limites definidos pelo Anexo G da Norma NBR 10.004/2004, confirmando a periculosidade do resíduo.”

Segundo Simão (2009), os sedimentos do Rio Ribeira do Iguape apresentam concentrações de chumbo de até 175 ppm (acima do valor orientador de Prevenção estipulado pelo CETESB de 72 ppm) sendo que as rochas calcárias no Alto Vale do Ribeira tem pH das águas superficiais acima de 8 o que não favorece a liberação dos metais pesados dos sedimentos e dos rejeitos para as águas.

Algumas medidas de sustentabilidade e saneamento ambiental são importantes, caso se pretenda ter qualidade superior nas águas do possível reservatório, principalmente nos primeiros anos de construção e operação da referida usina caso implantada. Simulações computacionais que possam prever a qualidade da água no que tange a concentração de

metais pesados, em especial o chumbo, além de outros parâmetros físicos químicos considerando se será retirada ou não a matéria orgânica vegetal da área de inundação e o tempo de enchimento do reservatório podem auxiliar muito neste processo. Outra sugestão interessante seria o uso da atividade de ácido delta aminolevulínico desidratase, conhecido por ALAD (indicação altamente específica e sensível às exposições ao chumbo, tendo em vista que a enzima tem alta afinidade in vivo às baixas concentrações de chumbo no sangue) como biomarcador visando um biomonitoramento<sup>5</sup> da qualidade da água do reservatório para reintrodução de espécies aquáticas, no caso de implementação da UHE Tijuco Alto (COSTA, 2006). Na forma como estão depositados, a céu aberto, os montes de rejeitos considerados minérios de baixo teor e sedimentos, que incluem cobre, cádmio, arsênio e chumbo, ficarão submersos pelo imenso lago que inundará a região.

A Figura 2 apresenta a localização das Unidades de Conservação Ambiental (UCAs) e a área que abrange a influência da barragem da UHE Tijuco Alto.



**Figura 2** - Mapa das unidades de conservação e área de influência direta da UHE Tijuco Alto.

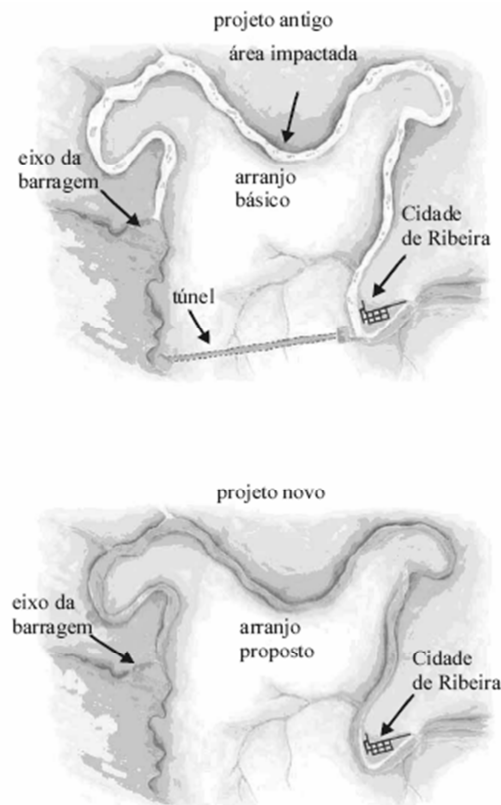
Fonte: CNEC (2005).

<sup>5</sup> O biomonitoramento é uma metodologia de avaliação da qualidade ambiental com o uso de organismos. Em termos práticos, o monitoramento é uma avaliação da qualidade ambiental dentro de uma escala espacial e temporal definidas. Consiste na análise da resposta de indivíduos, populações, assembléias ou comunidades à diferentes gradientes de contaminação ou poluição.

A fim de minimizar o impacto da contaminação de chumbo no projeto da UHE Tijuco Alto, CBA propôs em seu último projeto alteração que prevê a eliminação de um componente da barragem chamado descarregador de fundo. Esse dispositivo é uma espécie de comporta localizada na parte inferior da barragem que, quando aberta, periodicamente, permite a saída da água pela parte inferior limpando, desta forma, o reservatório. Essas águas, das camadas inferiores da represa, geralmente não são de boa qualidade e poderiam ser transmitidas para o curso do rio abaixo da barragem. Com a eliminação desse mecanismo esse problema não deverá ocorrer de acordo com a CBA.

Contudo, de acordo com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Unidade de Gerenciamento n° 11 - Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul – realizado em 2008, a proposta da barragem da UHE Tijuco Alto que exclui a proposta do descarregador de fundo, possibilitando assim a entrada desta água ácida talvez não seja melhor do que manter o descarregador e fazer rotinas de operação adequadas, por exemplo, só funcionando o mecanismo em épocas de grandes chuvas, quando a água ácida seria diluída pelas outras descargas.

A Figura 3 mostra a diferença entre o primeiro e o último projeto da UHE Tijuco Alto, com e sem descarregador de fundo, respectivamente.



**Figura 3** – Ilustração do antigo e do novo projeto de barragem da UHE Tijuco alto com as respectivas áreas impactadas.

Fonte: CNEC (2005).

O projeto prevê a instalação da UHE Tijuco Alto com capacidade de 144 MW sendo que a barragem de 530 metros de comprimento e 142 metros de altura, alagando uma área de 57 km<sup>2</sup>. Além de Ribeira/SP e Adrianópolis/PR (municípios onde se pretende erguer a barragem), a usina alagaria áreas de Doutor Ulysses/PR, Cerro Azul/PR e Itapirapuã Paulista/SP.

Para se construir uma UHE é preciso que o projeto da barragem consiga obter licença ambiental através de órgão ambiental responsável. Com este objetivo, o empreendedor deve realizar estudo de impacto ambiental que demonstre o que ocorrerá na região caso o empreendimento venha a ser construído.

A seguir, apresenta-se a cronologia do licenciamento da UHE Tijuco Alto:

A primeira tentativa de obtenção do licenciamento ambiental da UHE Tijuco Alto ocorreu há 25 anos sendo que houve êxito perante os órgãos estaduais do Paraná e São Paulo em 1994 e 1995, respectivamente. Porém, o trâmite do processo foi interpelado pelo Ministério Público o que ocasionou a suspensão da licença prévia. Os procuradores da União utilizaram o argumento de que o Rio Ribeira do Iguape atravessa dois estados e, portanto, necessita de avaliação através de órgão federal. Apresentado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a fim de atender a recomendação, o licenciamento foi negado em 2003.

Foram feitos estudos significativos sobre os problemas ambientais que poderiam ser acarretados com a construção da UHE Tijuco Alto como, em 1993, em que a CETESB apresentou à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/SP) o chamado "Estudo do aproveitamento múltiplo do Rio Ribeira de Iguape"<sup>6</sup> em que foram analisados os possíveis impactos das obras sobre o ecossistema aquático da região sendo que na conclusão deste não se recomendou a execução de obras de barramento no Rio Ribeira de Iguape em virtude dos pontos a seguir:

“[...] impactos ambientais durante a construção; aumento da contaminação, principalmente por metais pesados entre eles o chumbo, inviabilizando o uso para outros fins dos reservatórios; piora na qualidade da água em todo o leito do rio; alterações nos ecossistemas aquáticos; prejuízos à pesca, afetando os trabalhadores locais; diminuição da produtividade do estuário e da zona costeira;

---

<sup>6</sup> Estudo do aproveitamento múltiplo do Rio Ribeira de Iguape refere-se ao Parecer Técnico 001/NAH/1993, de 25/11/1993.

eliminação ou degradação de várzeas essenciais; possibilidade de questões legais pela alteração de áreas protegidas.”

O DAIA (Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental) da SMA/SP apresentou o Parecer Técnico CPLA/DAIA 012/1994 em que analisava o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) apresentados para a UHE Tijuco Alto. Dentre as principais conclusões, destaca-se:

"[...] - levantamentos efetuados pela CETESB (1986) ao longo do Rio Ribeira de Iguape atestam que este curso d'água encontra-se poluído por chumbo, zinco e cobre em toda sua extensão. No Ribeirão do Rocha - afluente do Ribeira - os teores de chumbo na água ultrapassaram o limite para preservação da vida aquática em até 730 vezes, e em 64 vezes o limite estabelecido para o sedimento. Em 1990, a CETESB efetuou novos levantamentos no qual se constatou que a contaminação, principalmente no que se refere ao arsênio, chumbo e zinco detectados, sobretudo no sedimento, é expressiva a jusante das fontes de poluição (Item IV, 1.10, b).

- os rejeitos da mineração do Rocha por terem sido depositados na área a ser inundada foram analisados e classificados. Os ensaios de solubilização indicaram a presença de chumbo e cromo em valores acima daqueles permitidos pela Resolução CONAMA 20/1986 [...] (Item IV, 1.10, b).

- deve-se lembrar de que nas áreas mais profundas do reservatório os teores de oxigênio dissolvido serão muito baixos, criando um ambiente redutor e favorecendo a queda do PH. Estas condições podem favorecer a solubilização de metais presentes nos sedimentos" (Item, IV, 1.10, d).”

Parecer técnico do Ministério de Minas e Energia (MME, 2006) apontou que os rejeitos de chumbo da mineração do Ribeirão do Rocha continuam a contaminar as águas do Ribeira de Iguape e que o aterro feito pela CBA não cumpre com os requisitos legais, apesar de a empresa ter retirado e disposto em aterro sanitário adequado aprovado pelo Instituto



Ambiental do Paraná (IAP), para 60.000 m<sup>3</sup> de rejeitos de granulometria<sup>7</sup> fina das antigas mineradoras.

A Figura 4 ilustra a parte superior do aterro com recobrimento de argila e manta geotêxtil que impede a infiltração de água enquanto a Figura 5 mostra o Aterro do Rocha e sua tubulação do ponto de inspeção para coleta de água para análise.



**Figura 4** - Parte superior do aterro, com recobrimento de argila e manta geotêxtil, para impedir a infiltração de água.

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2006.



**Figura 5** - Aterro do Rocha: tubulação do ponto de inspeção para coleta de água para análise

Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2006.

A Agência Nacional de Energia Elétrica indeferiu (ANEEL), em 28 de janeiro de 2014, o pedido de recomposição do prazo da concessão da UHE Tijuco Alto e, com isto, a usina não pode ser construída devido aos problemas com o licenciamento ambiental. A concessão havia sido outorgada por meio do Decreto nº 96.746/1988 à CBA. O pleito da

<sup>7</sup> A Granulometria ou Análise Granulométrica dos solos é o processo que visa definir, para determinadas faixas pré-estabelecidas de tamanho de grãos, a percentagem em peso que cada fração possui em relação à massa total da amostra em análise.



concessionária era de que, em caso de negativa para o pedido de recomposição, que considerassem a prorrogação da concessão. Contudo, esta decisão não cabe à ANEEL.

Estudos feitos por Macedo (2001) mostraram que a contaminação ainda persiste mesmo após o término das atividades de exploração mineral da região. Os restos das minerações contêm chumbo, dentre outros metais pesados, e materiais tóxicos e foram largados às margens do rio fazendo que as pessoas e os trabalhadores estivessem expostos à esta contaminação. É necessário trabalho de recuperação emergencial para as áreas em que se localizavam as antigas mineradoras com destino correto aos resíduos para atenuar o problema. Estudo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) aponta no mesmo sentido já que amostras de sangue de 295 crianças, de 7 a 14 anos, que moram em localidades no Vale do Ribeira como Porto Novo, Iporanga, Vila Mota e Adrianópolis apontaram índices de chumbo acima do aceitável sendo em Porto Novo, 4% das crianças; em Iporanga, 10% das crianças; em Adrianópolis, 12% das crianças; e em Vila Mota, a situação é pior, pois o índice sobe para 60% das crianças sendo que um quinto destas apresentaram níveis acima de  $20 \mu\text{g/dL}$  (ISA, 2001). O valor identificado pelo Centers of Disease Control & Prevention – CDC (2001), como fator de risco à saúde de crianças é de  $10 \mu\text{g/dL}$ .



**Figura 6** - Localização da fundição primária de chumbo Plumbum em Adrianópolis/PR com relação à Vila Mota, área de estudo de avaliação de exposição humana.

## 2.5 SOLUÇÕES DE ENGENHARIA PARA A DESCONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS

### 2.5.1 Adsorção química

Compara-se a contaminação por chumbo em Santo Amaro da Purificação, no Estado da Bahia, em que a Companhia Brasileira de Chumbo (COBRAC<sup>8</sup>) operou durante 37 anos e processou cerca de 1,2 milhões de toneladas de minério de chumbo (CARVALHO et al., 1985; TAVARES, 1990) com a do Vale do Ribeira, cuja produção foi de cerca de 3 milhões de toneladas de minério de chumbo (CASSIANO, A. M., 2001). Verifica-se que a emissão atmosférica anual de chumbo em material particulado de refino no Vale do Ribeira foi mais que o dobro da emissão atmosférica de Santo Amaro da Purificação, o que indica contaminação tanto ambiental quanto humana.

Por este motivo, pode-se tomar como comparativo para o estudo no Vale do Ribeira o projeto Purifica<sup>9</sup> que apontou para a viabilidade econômica do processamento da escória por adsorção<sup>10</sup>, em Santo Amaro da Purificação, para retirar o concentrado de metais como o chumbo (1 a 3%) e o zinco (8 a 12%) por processo hidro metalúrgico à base de ácido clorídrico, proveniente do Polo Petroquímico de Camaçari. A escória de chumbo passava a ser reconhecida como uma jazida e até as receitas que poderiam ser geradas, foram projetadas (UFBA; USP; CEPED; FINEP; CRA, 2002). Porém, cabe a ressalva de se ter que fazer uso de processo químico para atingir o objetivo o que acaba gerando danos ecológicos.

### 2.5.2 Biossorção

O uso de resíduos agroindustriais na remoção de poluentes no meio ambiente, chamada de biossorção, tem sido alvo de grande interesse (FENG et al., 2011) porque obtém consideráveis vantagens como o baixo custo do material biossorvente, a reciclagem de resíduo natural e a alternativa para descontaminar a água sem produtos químicos diminuindo assim os impactos ambientais (LEZCANO et al., 2011).

Em cima deste fato, muito se tem estudado para definir qual a melhor opção para a retirada de metais e pesticidas de compartimentos ambientais o que faz com que a pesquisa por materiais alternativos que recuperem os efluentes contaminados seja de grande importância. Nos últimos anos, a adsorção é considerada um dos processos mais adequados

<sup>8</sup> Refinaria de chumbo de propriedade da Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda cuja empresa também era responsável pela extração do mesmo metal no Vale do Ribeira.

<sup>9</sup> Proposta para Remediação de Áreas Degradadas pela Atividade Extrativa do Chumbo em Santo Amaro da Purificação no período de 1999 a 2002.

<sup>10</sup> Adsorção é a fixação de moléculas de gases ou líquidos à superfície de outra substância (normalmente um sólido).

para a recuperação de águas (HO; MCKAY, 1998), principalmente quando se trata de materiais alternativos para remoção de poluente.

Sendo assim, alguns biossorventes como: cascas de cacau, bagaço de cana-de-açúcar in natura e modificada (DOS SANTOS et al., 2010; DOS SANTOS et al., 2011); conchas de mexilhão (PEÑA-RODRÍGUEZ et al., 2010); farelo de arroz (MONTANHER et al., 2005); biomassa seca de aguapé<sup>11</sup> (GONÇALVES Jr. et al., 2009); provenientes da produção de biodiesel<sup>12</sup>; e cascas de banana e laranja (ANNADURAI et al., 2002; BONIOLO, 2008) tenham sido pesquisados no que tange à remoção metais, dentre eles o chumbo e o cobre.

#### 2.5.2.1 Biossorção Através de Bagaço de Cana de Açúcar

O bagaço de cana de açúcar mostrou-se eficiente para a adsorção de íons metálicos de chumbo e cobre (Pb<sup>+2</sup> e Cr<sup>+3</sup>, respectivamente) removendo 35 e 45% das concentrações iniciais no tempo máximo de 60 minutos. Sendo este um resíduo natural, abundante, biodegradável, renovável e de baixo custo, apresenta boas perspectivas para ser utilizado em um processo alternativo de tratamento de rejeito para remoção de metais pesados (SILVA et al., 2012).

#### 2.5.2.2 Biossorção Através de Casca de Banana

Em 2004, o País produziu 6.583.564 toneladas de banana. A Região Nordeste é responsável por 35,77% da produção nacional com 2.354.759 toneladas seguido pela Sudeste com 1.953.666 toneladas (29,67%) e Norte com 1.080.171 toneladas (16,52%). Dentre os estados, São Paulo é o maior produtor com 1.060.520 toneladas representando 16,11% da produção nacional. Dentre os dez maiores produtores de banana do Brasil, encontram-se os municípios de Cajati, Sete Barras, Juquiá, Miracatu, Eldorado, Itariri e Jacupiranga conforme se verifica na Tabela 1. Todos estes sete encontram-se no Vale do Ribeira (IBGE, 2004).

<sup>11</sup> Aguapé (*Eichornia crassipes*), também conhecida por camalote, mururé, jacinto-d'água, baroneza, pavoia, pareci, etc. é uma planta aquática, da família das Potentilláceas.

<sup>12</sup> Biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, obtido comumente a partir da reação química de lipídios, óleos ou gorduras, de origem animal (por exemplo, sebo) ou vegetal, com um álcool na presença de um catalisador.

**Tabela 1** - Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio, proporção da produção em relação à Unidade da Federação e ao País e acumulado no município em relação ao País, segundo os dez maiores municípios produtores de banana.

Os dez municípios maiores produtores de banana	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Proporção de produção em relação (%)		Acumulado no município em relação ao País
				À Unidade da Federação	Ao País	
Wenceslau Guimarães - BA	8.200	164.000	20.000	18,80	2,49	2,49
Corupá - SC	4.395	148.130	33.704	22,59	2,25	4,74
Luiz Alves - SC	4.200	130.200	31.000	19,86	1,98	6,72
Cajati - SP	4.100	102.500	25.000	9,67	1,56	8,28
Sete Barras - SP	3.500	98.000	28.000	9,24	1,49	9,76
Juquiá - SP	3.200	95.100	29.719	8,97	1,44	11,21
Miracatu - SP	4.000	92.699	23.175	8,74	1,41	12,62
Eldorado - SP	3.500	84.000	24.000	7,92	1,28	13,89
Itariri - SP	4.000	77.040	19.260	7,26	1,17	15,06
Jacupiranga - SP	2.200	65.000	29.545	6,13	0,99	16,05

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal 2004.

O Brasil, apesar de destacar-se como um dos principais produtores mundiais da fruta, também é o país com o maior índice de desperdício. Estimativas apontam que as perdas variam de 20% a 40% da produção nacional, o que equivale a mais de dois bilhões de dólares (SILVA, 2003).

Para potencializar as propriedades da casca da banana a fim de utilizá-la como biossorvente é preciso deixá-la exposta ao sol por dias e, em seguida, triturá-la e peneirá-la. A farofa que se forma é colocada na água para atrair para si os metais pesados. A casca de banana é capaz de atrair tanto o urânio da água como outros metais pesados que impactam a saúde humana e o meio ambiente como o cádmio, o níquel e o chumbo (BONIOLO, 2008).

O uso da casca de banana como adsorvente reduz o impacto ambiental de duas formas, isto é, a biomassa residual, que muitas vezes torna-se um poluente pelo acúmulo, é retirada do local onde foi gerada ou depositada e os efluentes contaminados, por sua vez, podem ser tratados com a mesma. Outro aspecto importante é a reutilização tanto da biomassa quanto dos poluentes metálicos adsorvidos que podem ser recuperados por processos de dessorção com a adição de soluções ácidas (BONIOLO, 2008). Diante deste cenário, sugere-se que sejam utilizados os resíduos provenientes da grande produção de bananas da região do Vale do Ribeira de modo a compatibilizar a geração destes com a descontaminação do Rio Ribeira de Iguape.

### 2.5.3 Medidas de Prevenção Primária da Exposição

Segundo o Ministério da Saúde (2005), as principais medidas de prevenção primária da exposição excessiva ao chumbo metálico são:

- medidas de engenharia como substituição do chumbo por outros agentes menos tóxicos; isolamento das operações que utilizam chumbo; enclausuramento das operações que utilizam chumbo; instalação de sistema de exaustão; adequado tratamento de efluentes;

- uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI); uso de máscaras de filtro químico; uso de luvas; uso de uniformes que devem ser lavados pela empresa (evitar o carreamento de chumbo para o espaço domiciliar);

- boas práticas de trabalho como manutenção da limpeza da área de trabalho por via úmida (evitar varrição); adequada deposição de rejeitos contendo chumbo; evitar consumo de bebidas, alimentos e tabagismo no local de trabalho; proteger depósitos de água para consumo da possibilidade de contaminação pelo chumbo; informação dos trabalhadores quanto aos riscos decorrentes; da exposição, manifestações da intoxicação por chumbo, e formas de prevenção da absorção do metal; informação aos trabalhadores dos resultados de exames toxicológicos; divulgação dos resultados das avaliações ambientais.

### 3 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado através da Colônia de Pescadores de Iguape sendo o ambiente analisado o Rio Ribeira de Iguape.

Para o estudo foi aplicado questionário baseado em itens da NR 7 e NR 15 além de bibliografia sobre toxicologia. O objetivo da aplicação do questionário é entender a percepção dos pescadores quanto a contaminação por chumbo através das águas bem como a prevenção do saturnismo.

O método empregado nesta monografia ocorreu em duas etapas. A primeira foi a coleta de dados e informações relevantes sobre o objeto de estudo e o espaço geográfico a ser pesquisado, a UHE Tijuco Alto e o Rio Ribeira do Iguape no Vale do Ribeira. A segunda etapa foi constituída de pesquisa de campo, com a coleta de informações que verifique se atendem a norma parcialmente ou em sua plenitude.

O tipo de pesquisa foi exploratória com o objetivo de conhecer o problema sendo as modalidades utilizadas, o estudo de caso, pesquisa de campo e levantamentos bibliográficos.

#### 3.1 HISTÓRICO DA UHE TIJUCO ALTO

O Rio Ribeira de Iguape nasce no Paraná (município de Cerro Azul) na região da Serra do Mar e deságua no Oceano Atlântico em São Paulo (município de Iguape) na região da Ilha Comprida sendo que a UHE Tijuco Alto está prevista para aproximadamente 333 km de distância da sua foz, no complexo Estuarino-Lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá.

Outra atividade característica do Vale do Ribeira é a pesca, principalmente no litoral. É praticada tanto a pesca de subsistência, artesanal como a pesca industrial e envolve milhares de pescadores com diferentes artes de pesca e formas de captura. Os principais pontos de pesca do litoral do Vale do Ribeira são Iguape, Cananéia e Ilha Comprida. Mesmo sem intervenção humana, níveis de metais como chumbo são previsíveis nas águas subterrâneas e de superfície da região em razão do processo natural de lixiviação dos depósitos minerais locais. Especialmente no Rio Furnas a degradação proveniente da mineração, indicada por elevados níveis de chumbo, cádmio, zinco e prata, além de ser detectada nos sedimentos também foi verificada em tecidos musculares de peixes, havendo espécies que apresentaram efeitos nocivos em nível fisiológico e em nível de comunidade, indicando risco ecológico (MORAES et al, 2003).

Vale destacar que o Rio Furnas deságua no Rio Betarí na altura do Núcleo Santana. Para ilustrar a influência da qualidade da água do Rio Betarí no Rio Ribeira de Iguape, tem-se como base o IQA13, indicando que o referido tributário apresenta qualidade superior a do rio principal (CETESB 2000). Entretanto, quando se verifica a contribuição de lançamento de metais pesados, sobretudo chumbo, percebe-se que o Rio Betarí, assim como outros afluentes do Alto Vale do Ribeira, exerce influência negativa na qualidade do Rio Ribeira de Iguape. Os níveis de metais pesados oriundos desses tributários são detectados até mesmo no Complexo Estuarino Lagunar Iguape-Cananéia, foz desse importante rio paulista (EYSINK et al 1988).

Enquanto Cotrim (2006) aponta para as concentrações de chumbo na água, na bacia do Rio Ribeira de Iguape, dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 375/2005, estudo do SENAI/CIC (2004) aponta na outra direção afirmando que o sedimento extraído do Rio Ribeira de Iguape extrapola os limites definidos pelo Anexo G da NBR 10.004/2004. Sedimentos do Rio Ribeira do Iguape apresentam concentrações de chumbo de até 175 ppm e estão acima do Valor Orientador de Prevenção estipulado pelo CETESB de 72 ppm (SIMÃO, 2009).

De maneira geral, pôde-se concluir que os metais ainda hoje estão biodisponíveis e que os organismos vivos no Rio Ribeira de Iguape estão incorporando tais metais, principalmente o chumbo. Tal fato indica a necessidade de monitoramento e estudos detalhados em outros organismos vivos no Vale do Ribeira. (RODRIGUES et al, 2011).

A CETESB mantém um programa de monitoramento ambiental, com vista a subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas superficiais e dos sedimentos deste sistema aquático, avaliando suas conformidades com a legislação ambiental, realizando testes físico-químicos, ensaios biológicos, toxicológicos, ecotoxicológicos e determinação de metais pesados e metalóides (CETESB, 2012).

Dentre as medidas de engenharia descritas pelo Ministério da Saúde como forma de prevenir a contaminação por chumbo, verifica-se que elas não aplicadas aos trabalhadores locais, principalmente, no que diz respeito ao tratamento de efluente. Além disto, os pescadores locais não se utilizam de Equipamento de Proteção Individual (EPI) o que faz com que o contato com as águas e peixes contaminados possa adoecê-los em razão do saturnismo.

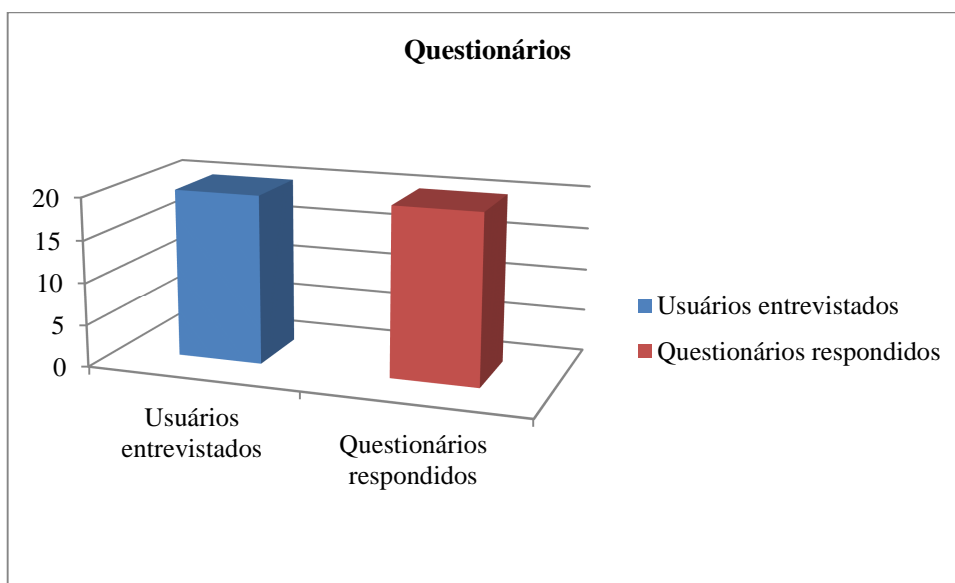
---

<sup>13</sup> IQA - Índice de Qualidade de Água utilizado com o objetivo de caracterizar a qualidade da água de corpos hídricos destinado ao abastecimento público. O seu cálculo compreende os seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, OD, DBO, coliformes fecais, P total, resíduo total e turbidez. (CETESB 2000)

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

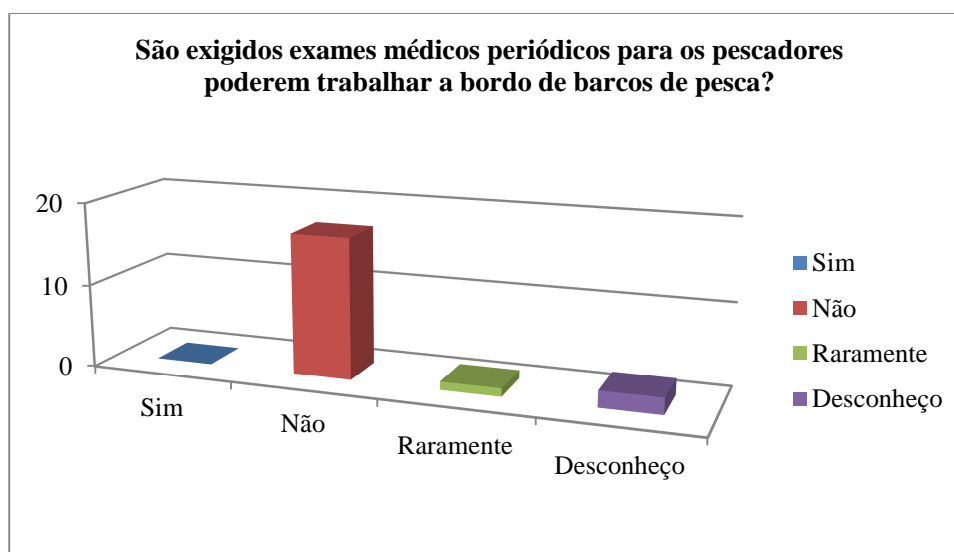
### 4.1 RESULTADO DA PERCEPÇÃO DO TRABALHADOR

Para a análise de resultados foram entrevistados 20 trabalhadores participantes da Colônia de Pescadores do Iguape de forma aleatória, sendo os questionários respondidos em sua totalidade, conforme figura 7.



**Figura 7** – Questionários aplicados  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

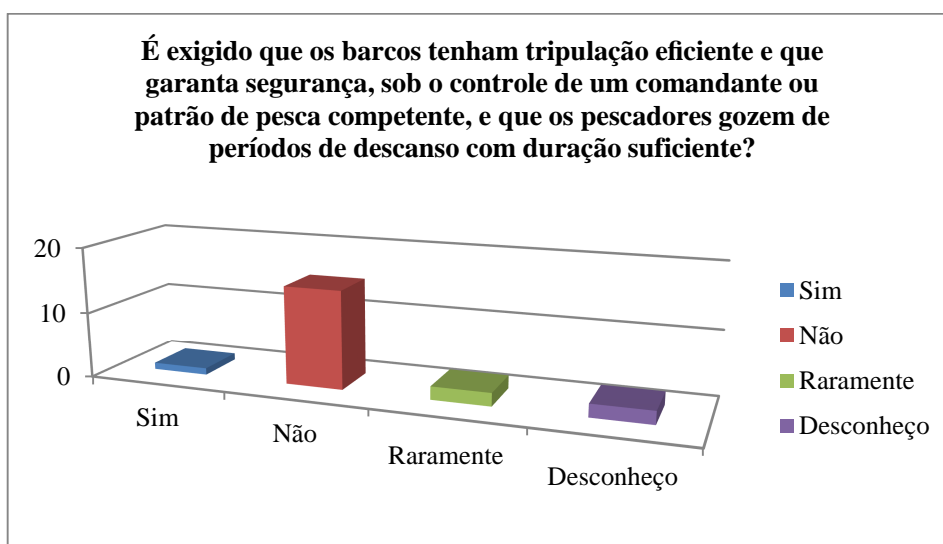
Quanto a percepção do trabalhador se são exigidos exames médicos periódicos para os pescadores poderem trabalhar a bordo de barcos de pesca, 0% acham que sim, 85% acham que não, 05% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 8.



**Figura 8** – Exames médicos periódicos  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

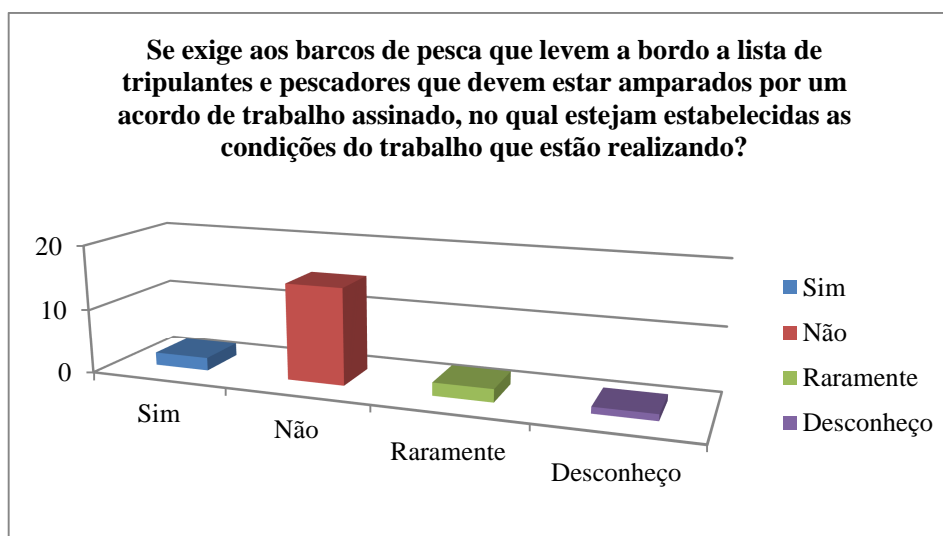


Quanto a percepção do trabalhador se é exigido que os barcos tenham tripulação eficiente e que garanta segurança, sob o controle de um comandante ou patrão de pesca competente, e que os pescadores gozem de períodos de descanso com duração suficiente, 05% acham que sim, 75% acham que não, 10% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 9.



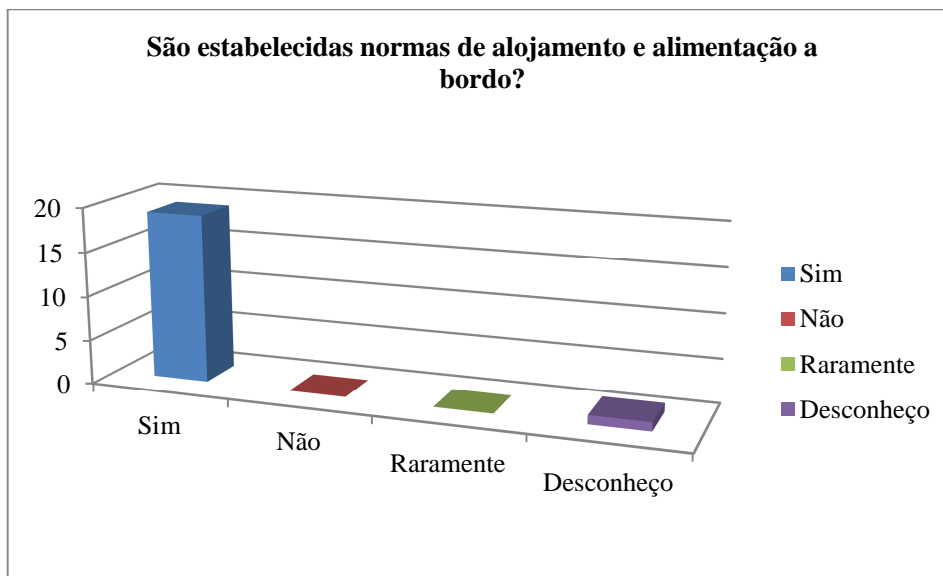
**Figura 9** – Período de descanso  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se exige aos barcos de pesca que levem a bordo a lista de tripulantes e pescadores que devem estar amparados por um acordo de trabalho assinado, no qual estejam estabelecidas as condições do trabalho que estão realizando, 10% acham que sim, 75% acham que não, 10% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 10.



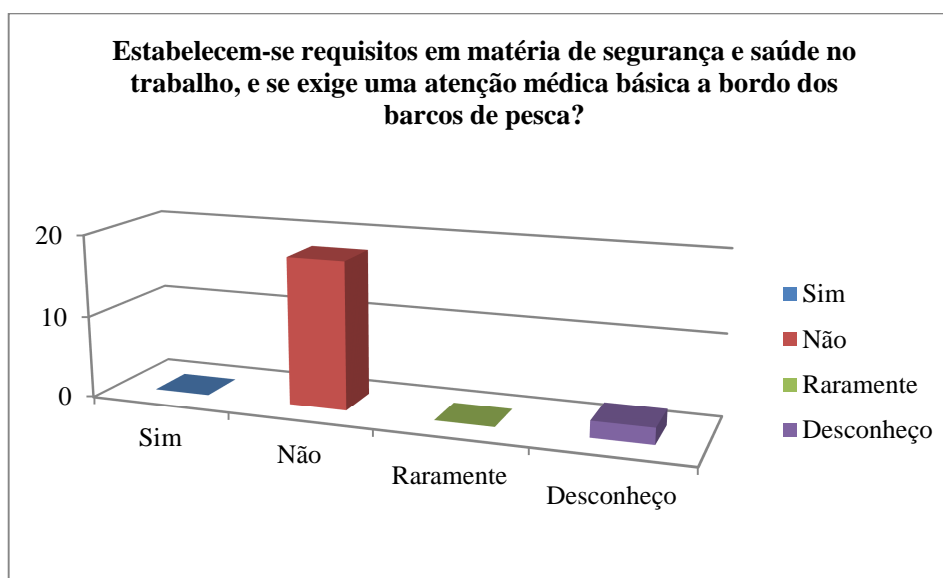
**Figura 10** – Condições de trabalho  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se são estabelecidas normas de alojamento e alimentação a bordo, 95% acham que sim, 0% acham que não, 0% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 11.



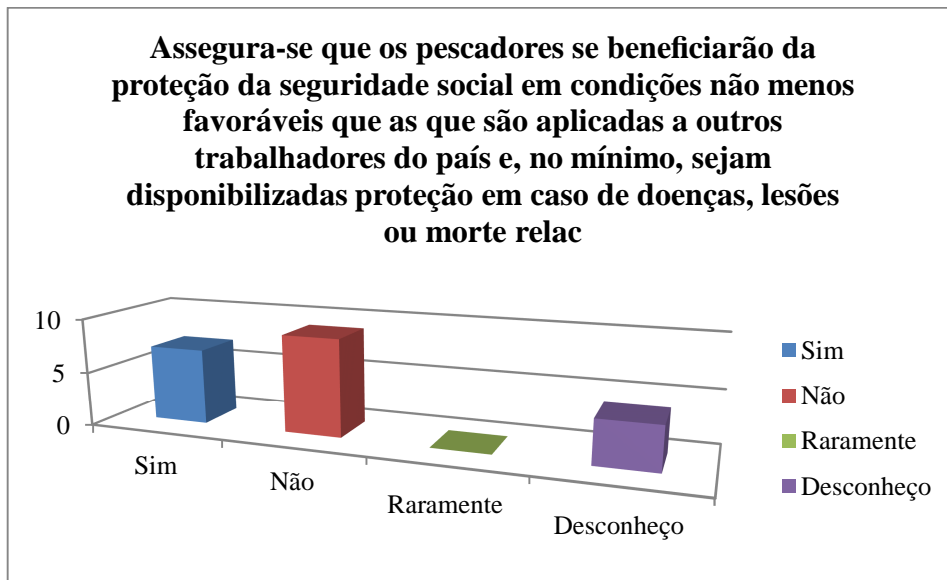
**Figura 11** – Normas de alojamento e alimentação  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se estabelecem requisitos em matéria de segurança e saúde no trabalho, e se exige uma atenção médica básica a bordo dos barcos de pesca, 0% acham que sim, 90% acham que não, 0% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 12.



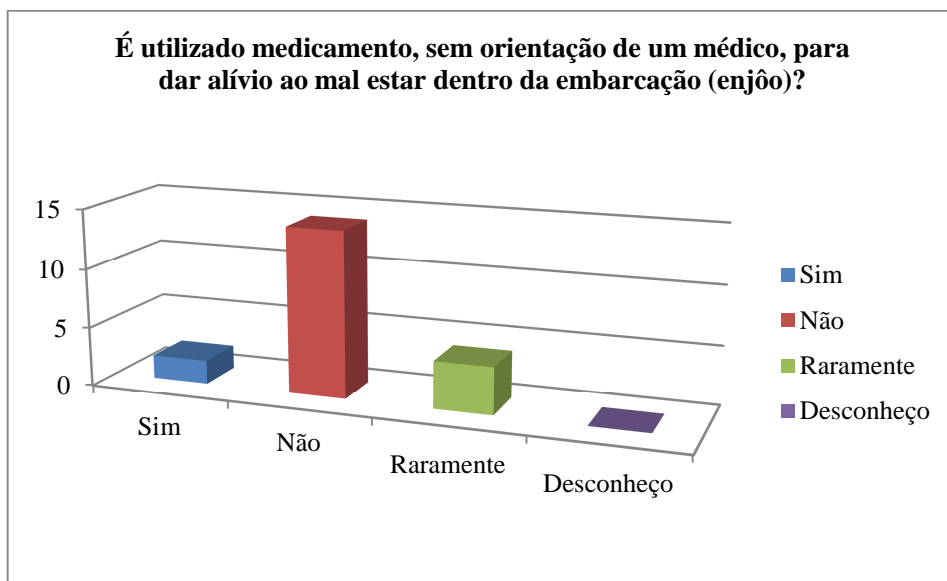
**Figura 12** – Atenção médica básica a bordo  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se assegura que os pescadores se beneficiarão da proteção da seguridade social em condições não menos favoráveis que as que são aplicadas a outros trabalhadores do país e, no mínimo, sejam disponibilizadas proteção em caso de doenças, lesões ou morte relacionadas com o trabalho, 35% acham que sim, 45% acham que não, 0% acreditam que raramente e 20% desconhecem, conforme figura 13.



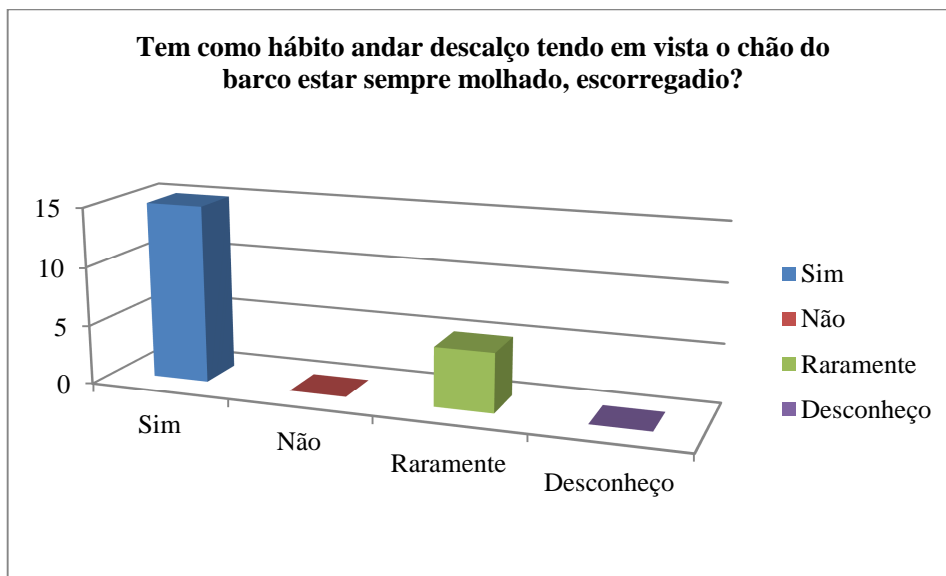
**Figura 13** – Seguridade social  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se é utilizado medicamento, sem orientação de um médico, para dar alívio ao mal estar dentro da embarcação (enjoo), 10% acham que sim, 70% acham que não, 20% acreditam que raramente e 0% desconhecem, conforme figura 14.



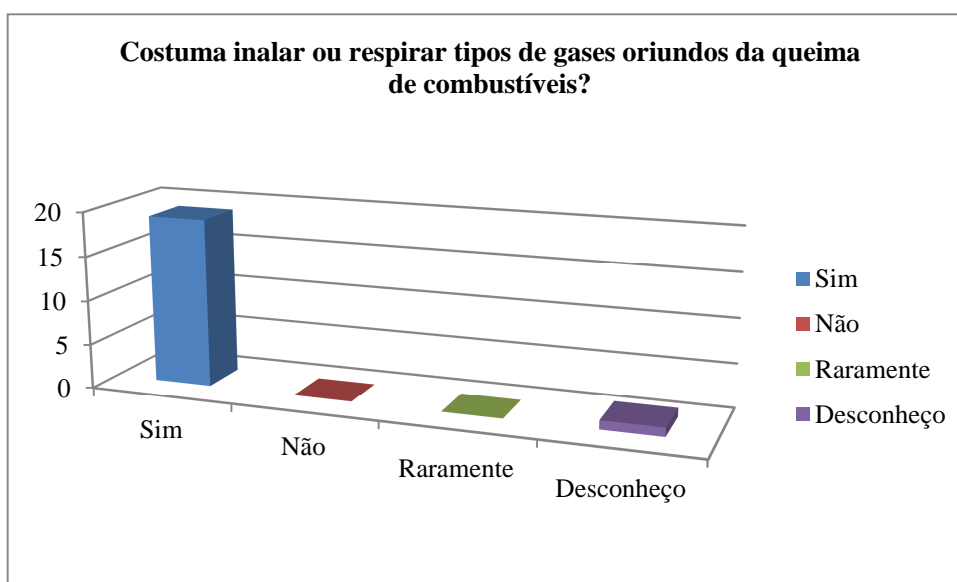
**Figura 14** – Medicamento sem orientação de um médico  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se tem como hábito andar descalço tendo em vista o chão do barco estar sempre molhado, escorregadio, 75% acham que sim, 0% acham que não, 25% acreditam que raramente e 0% desconhecem, conforme figura 15.



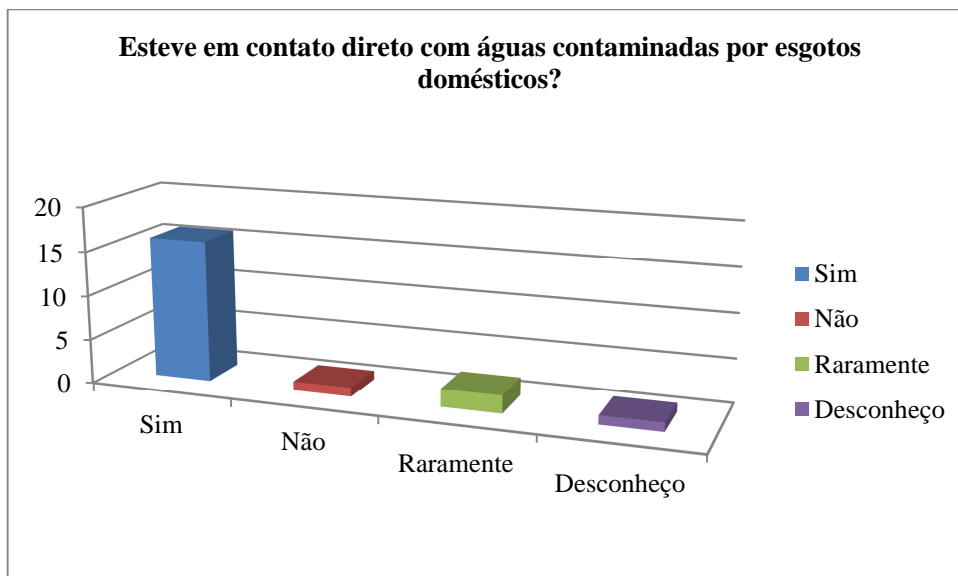
**Figura 15** – Andar descalço  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador costuma inalar ou respirar tipos de gases oriundos da queima de combustíveis, tal como o óleo diesel, 95% acham que sim, 0% acham que não, 0% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 16.



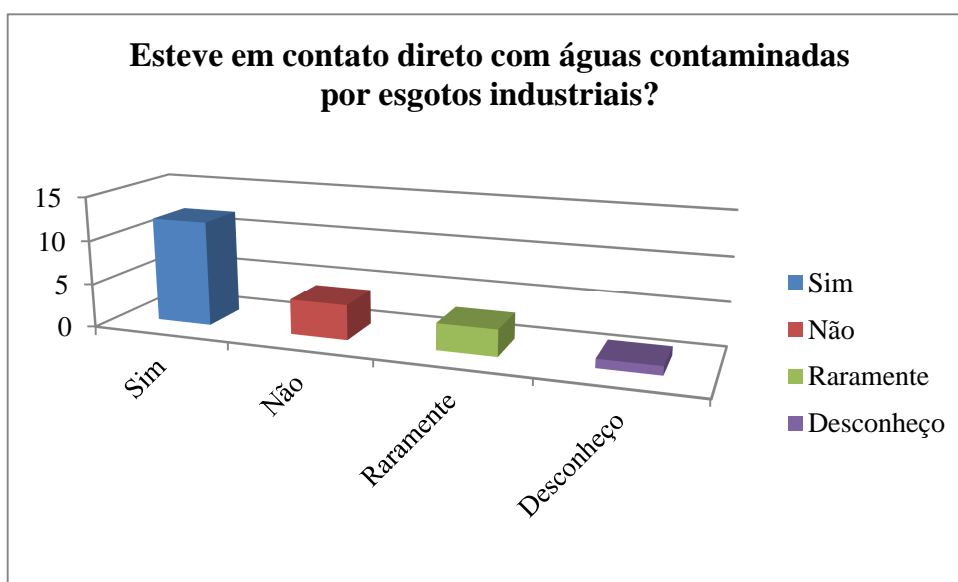
**Figura 16** – Inalar gases oriundos de queima de combustíveis  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se esteve em contato direto com águas contaminadas por esgotos domésticos, 80% acham que sim, 05% acham que não, 10% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 17.



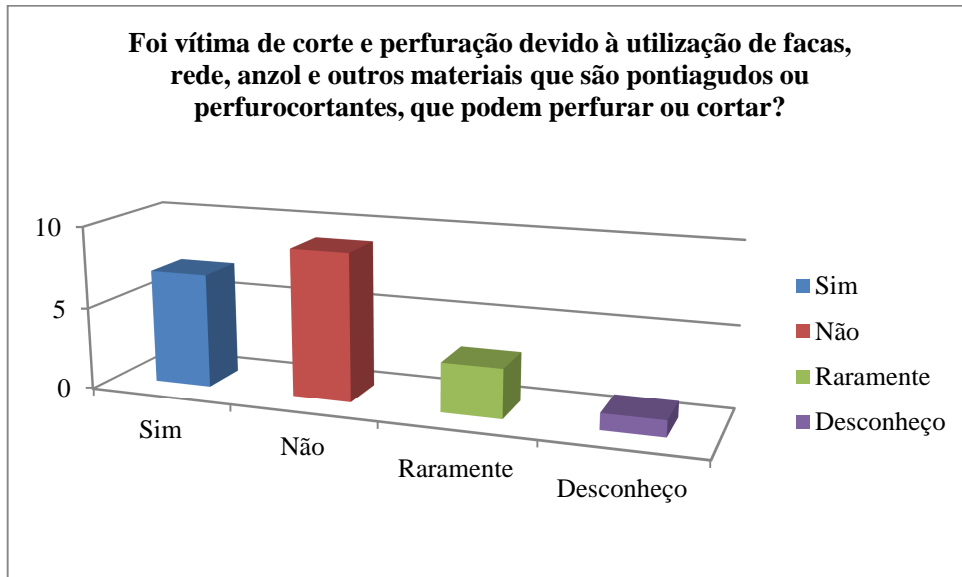
**Figura 17** – Contato direto com águas contaminadas por esgotos domésticos  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se esteve em contato direto com águas contaminadas por esgotos industriais, 60% acham que sim, 20% acham que não, 15% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 18.



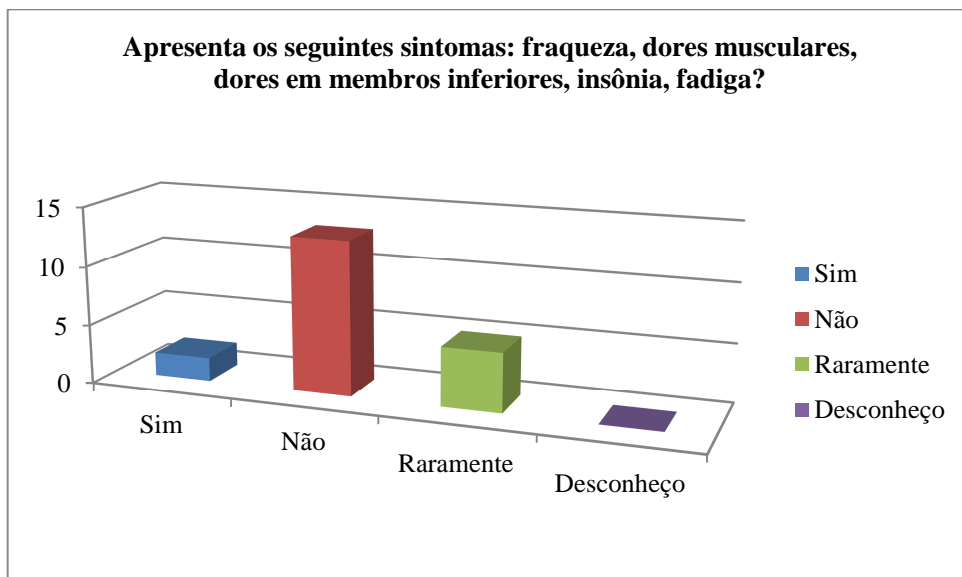
**Figura 18** – Contato direto com águas contaminadas por esgotos industriais  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se foi vítima de corte e perfuração devido à utilização de facas, rede, anzol e outros materiais que são pontiagudos ou perfurocortantes, que podem perfurar ou cortar, 35% acham que sim, 45% acham que não, 15% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 19.



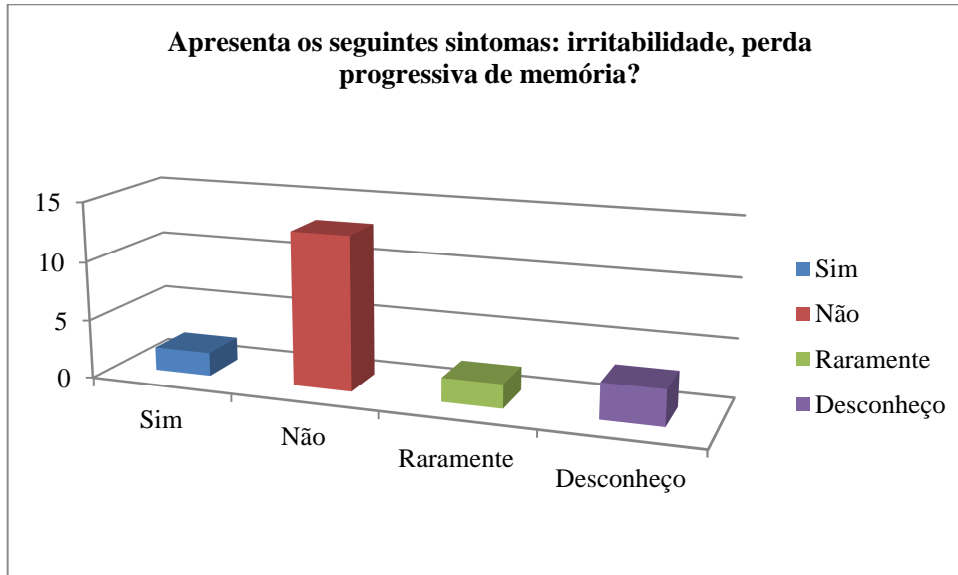
**Figura 19** – Vítimas de cortes  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se apresenta os seguintes sintomas: fraqueza, dores musculares, dores em membros inferiores, insônia, fadiga, 10% acham que sim, 65% acham que não, 25% acreditam que raramente e 0% desconhecem, conforme figura 20.



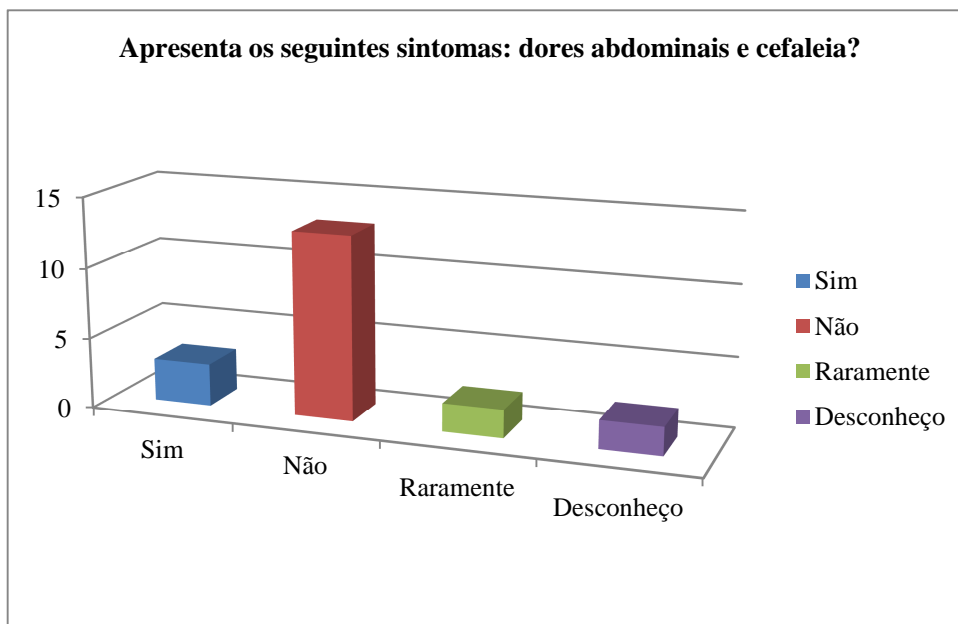
**Figura 20** – Trabalhadores com sintomas de fraqueza, dores musculares, dores em membros inferiores, insônia, fadiga  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se apresenta os seguintes sintomas: irritabilidade, perda progressiva de memória, 10% acham que sim, 65% acham que não, 10% acreditam que raramente e 15% desconhecem, conforme figura 21.



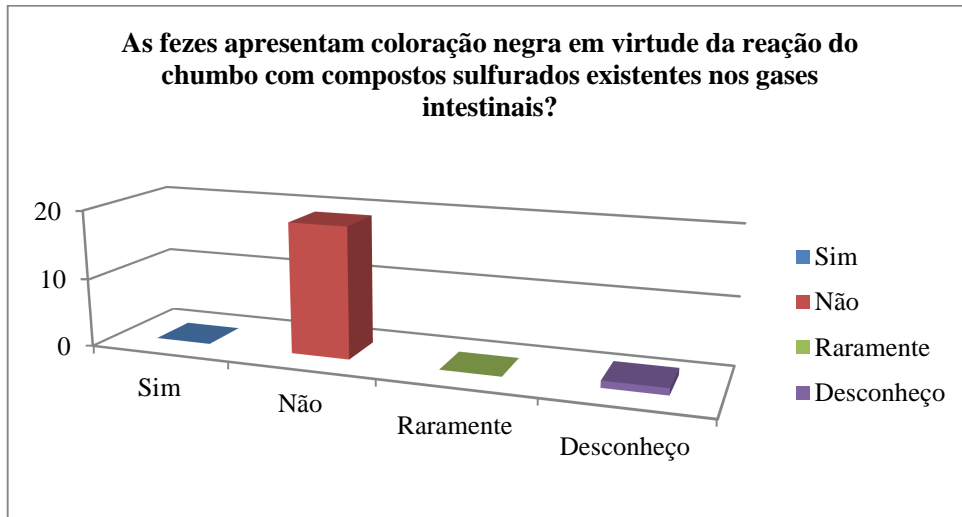
**Figura 21** – Trabalhadores com sintomas de irritabilidade, perda progressiva de memória  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se apresenta os seguintes sintomas: dores abdominais e cefaleia, 15% acham que sim, 65% acham que não, 10% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 22.



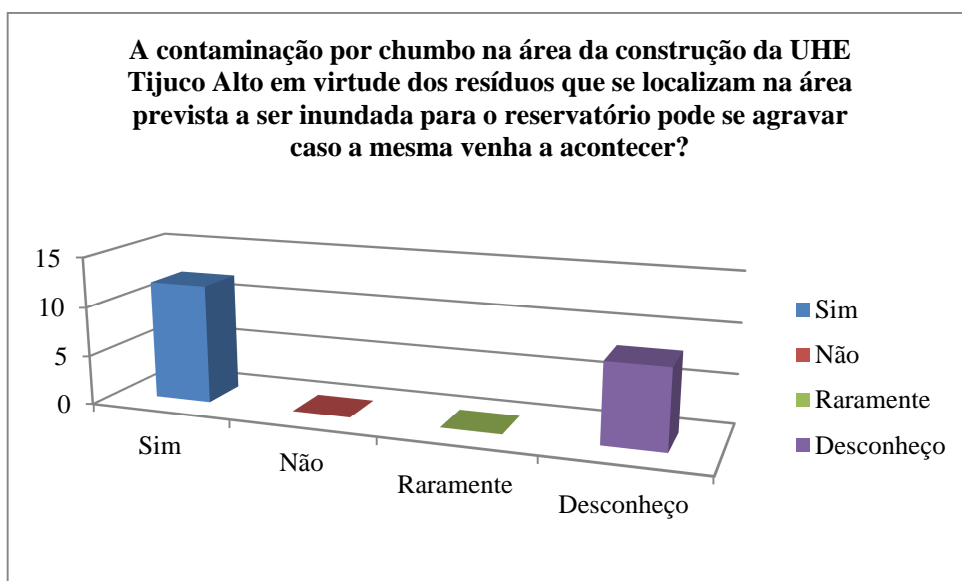
**Figura 22** – Trabalhadores com sintomas de dores abdominais e cefaleia  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se as fezes apresentam coloração negra em virtude da reação do chumbo com compostos sulfurados existentes nos gases intestinais, 0% acham que sim, 95% acham que não, 0% acreditam que raramente e 05% desconhecem, conforme figura 23.



**Figura 23** – Fezes apresentam coloração negra  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

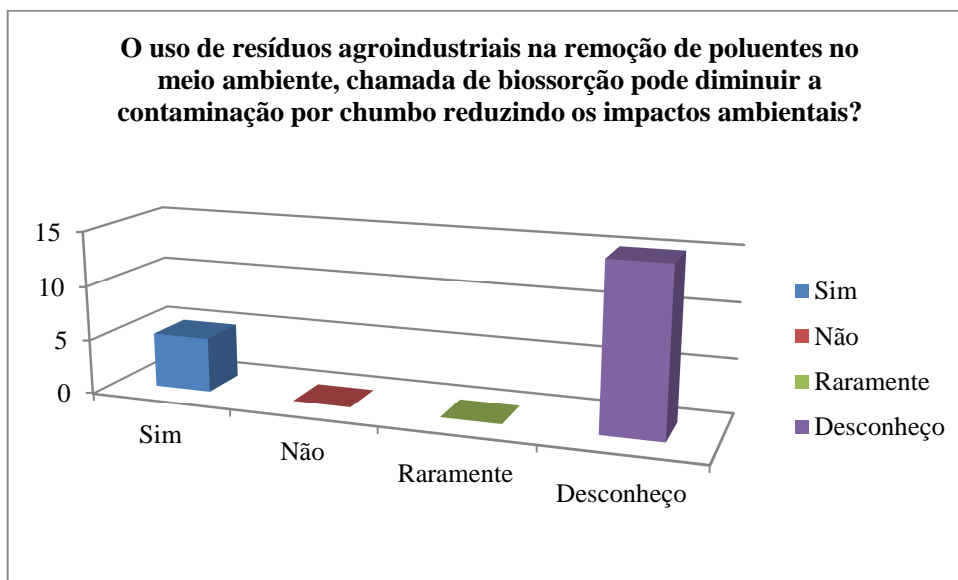
Quanto a percepção do trabalhador se a contaminação por chumbo na área da construção da UHE Tijuco Alto em virtude dos resíduos que se localizam na área prevista a ser inundada para o reservatório pode se agravar caso a mesma venha a acontecer, 60% acham que sim, 0% acham que não, 0% acreditam que raramente e 40% desconhecem, conforme figura 24.



**Figura 24** – Contaminação por chumbo na área da construção da UHE Tijuco Alto  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

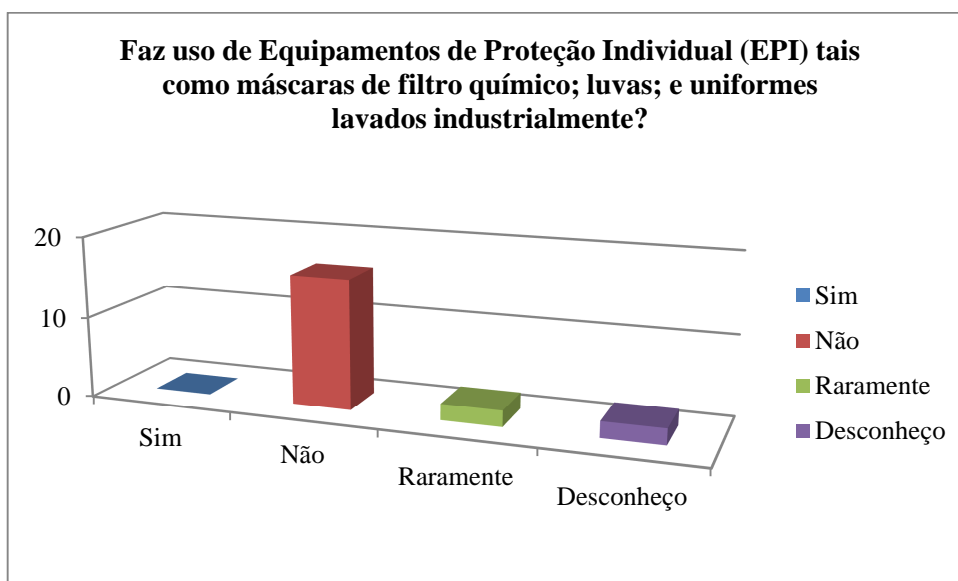


Quanto a percepção do trabalhador se o uso de resíduos agroindustriais na remoção de poluentes no meio ambiente, chamada de biossorção pode diminuir a contaminação por chumbo reduzindo os impactos ambientais, 25% acham que sim, 0% acham que não, 0% acreditam que raramente e 75% desconhecem, conforme figura 25.



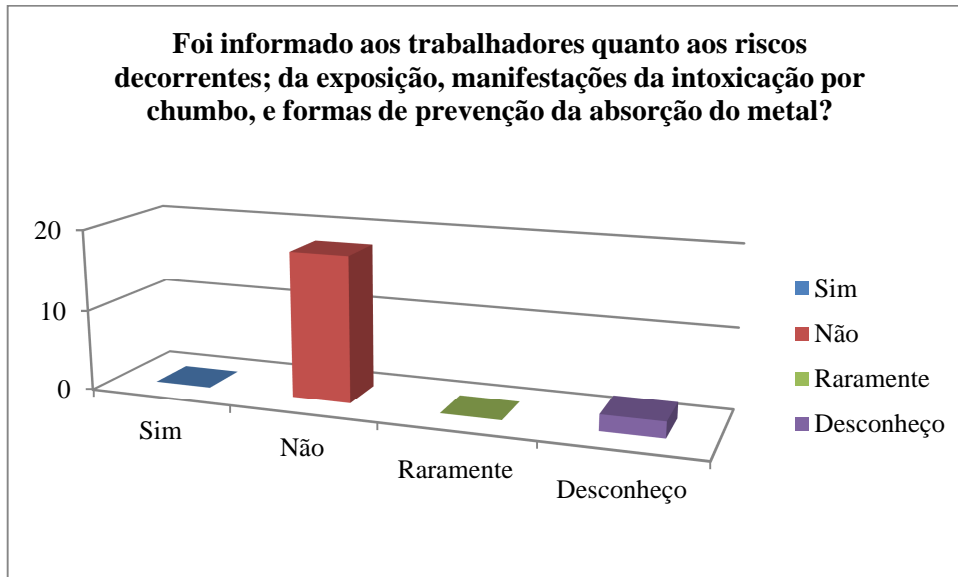
**Figura 25** – Uso de resíduos agroindustriais na remoção de poluentes  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se faz uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) tais como máscaras de filtro químico; luvas; e uniformes lavados industrialmente, 0% acham que sim, 80% acham que não, 10% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 26.



**Figura 26** – Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)  
**Fonte:** Autoria própria (2014).

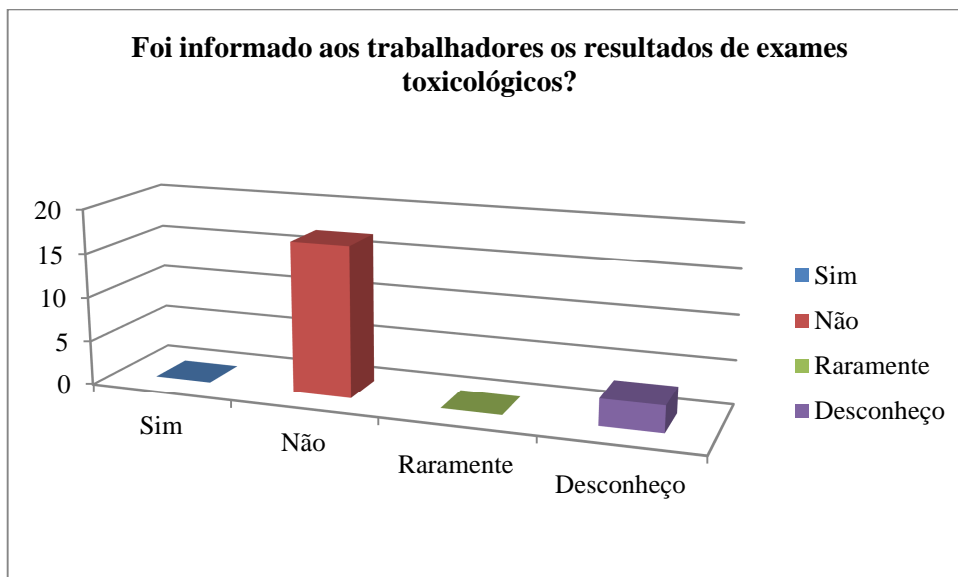
Quanto a percepção do trabalhador se foi informado aos trabalhadores quanto aos riscos decorrentes; da exposição, manifestações da intoxicação por chumbo, e formas de prevenção da absorção do metal, 0% acham que sim, 90% acham que não, 0% acreditam que raramente e 10% desconhecem, conforme figura 27.



**Figura 27** – Informação aos trabalhadores quanto aos riscos da contaminação por chumbo

Fonte: Autoria própria (2014).

Quanto a percepção do trabalhador se foi informado aos trabalhadores os resultados de exames toxicológicos, 0% acham que sim, 85% acham que não, 0% acreditam que raramente e 15% desconhecem, conforme figura 28.



**Figura 28** – Resultados de exames toxicológicos

Fonte: Autoria própria (2014).

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho demonstra-se a importância da análise sobre contaminação de chumbo em rios e seus efeitos sobre os trabalhadores locais e como esta problemática afeta o meio ambiente e o desenvolvimento do país.

O estudo contemplou uma análise local, em que foram entrevistados somente trabalhadores de determinada associação. Desta forma, não é possível afirmar que existe um padrão definidos para os pescadores, ou seja, não há um modelo a ser definido e adotado como referência.

Porém, podem-se destacar exemplos de fortes indícios de que o trabalhador está sendo contaminado pelo chumbo através das águas:

- A maioria dos trabalhadores, 60%, afirma ter entrado em contato com águas contaminadas por esgotos industriais.
- O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) não é difundido sendo que a maioria dos trabalhadores, 80%, afirma não fazer uso.
- O desconhecimento sobre técnicas de descontaminação de água por chumbo como o uso de resíduos agroindustriais na remoção de poluentes no meio ambiente atinge a maioria dos trabalhadores, 75%, entrevistados.
- Boa parte dos trabalhadores apresenta sintomas de fraqueza, dores musculares, dores em membros inferiores, insônia, fadiga, irritabilidade, perda progressiva de memória, dores abdominais e cefaleia o que configura o quadro clínico de saturnismo.

O estudo realizado apresentou diversos fatores críticos. A análise do questionário aplicado apresentou resultados que remetem a real percepção do trabalhador. De modo geral, o trabalhador da pesca da região entende que passa por dificuldades quanto a contaminação por chumbo. Apesar disso, não possuem parâmetro de referencia de modo a quantificar o grau de criticidade do problema. Importante ainda salientar que não foi possível entrevistar nenhum trabalhador diagnosticado com saturnismo para relatar a real dificuldade sofrida. Embora o trabalhador acredite ser razoável as suas condições, as pesquisas indicam que as águas não atendem aos parâmetros indicados pela WHO, por exemplo. Contudo, o entendimento do trabalhador de ter um sistema eficiente pode ser justificado pelo fato de que muitos desconhecem a existência de parâmetros específicos para a contaminação de águas por chumbo.

Neste cenário, sugere-se que sejam utilizados os resíduos de bananas provenientes da grande produção da região do Vale do Ribeira de modo a compatibilizar a geração destes com a descontaminação do Rio Ribeira de Iguape. Esta escória de chumbo se tornaria uma jazida mineral e poderia gerar, inclusive, receitas.

## REFERÊNCIAS

- 3M. **Intoxicação por Chumbo Volume 1 - Edição 27 - Dezembro de 2005**. Disponível em: <[http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt\\_BR/SolucoesSoldagem/Home/DocPublicacoes/InformativoTecnico/?PC\\_Z7\\_RJH9U5230GE3E02LECFDQKFR7000000\\_assetId=1168836150075](http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/SolucoesSoldagem/Home/DocPublicacoes/InformativoTecnico/?PC_Z7_RJH9U5230GE3E02LECFDQKFR7000000_assetId=1168836150075)>. Acesso em 05/04/2014.
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS - ACGIH. **TLVs e BEIs, Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs)**. Tradução: Associação Brasileira de Higiênistas Ocupacionais - ABHO. 2008.
- ANNADURAI, G.; JUANG, R. S.; LEE, D. J. **Use of cellulose-based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions**. Journal of Hazardous materials, v. 92, n.3, p. 263-274, jun. 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Segunda edição. 2004.
- BONIOLO, Milena Rodrigues. **Biossorção de Urânio nas cascas de banana**. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais) – Universidade de São Paulo. 2008.
- CARVALHO, F.M. et al. **Lead poisoning among children from Santo Amaro, Brazil**. PAHO Bull. v.19, n.2, p.165-175, 1985.
- CASSIANO, A. M. **Tese de Doutorado**, Universidade de São Paulo, Brasil. 2001.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Preventing lead poisoning in young children**. Atlanta: Department of Health and Human Services, 1991.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Wonder - Case Studies in Environmental Medicine: Lead Toxicity**, 1992.
- CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA EM PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS - CERPCH. **Instalação de cinco usinas em área de preservação causa polêmica no Paraná**. Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/noticias/instalacao-de-cinco-usinas-em-area-de-preservacao-causa-polemica-no-parana.html>>. Acesso em: 15/03/2014.
- CNEC ENGENHARIA. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA - Usina Hidrelétrica Tijuco Alto**. São Paulo. 2005.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2011**. São Paulo: CETESB. 356p. 2012.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 16/03/2014.

COSTA, João Ricardo M. Alves. **Parecer Técnico - Classificação de Resíduos Sólidos.** 2004.

COSTA, João Ricardo M. Alves. **Parecer Técnico-Científico: Sugestões de Saneamento Ambiental para a Área Impactada da Mineradora Rocha desativada.** 2006.

COTRIM, M. E. B. **Avaliação da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao Abastecimento Público.** 2006.

CUNHA, Fernanda Gonçalves da. **Contaminação humana e ambiental por chumbo no Vale do Ribeira, nos estados de São Paulo e Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Metalogênese e Geoquímica) - Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2003.

DOS SANTOS, V. C. G. et al. **Assessment of chemically modified sugarcane bagasse for lead adsorption from aqueous medium.** *Water Science & Technology*, v. 62, n. 2, p. 457-465, 2010.

\_\_\_\_\_. **Copper ions adsorption from aqueous médium using the biosorbent sugarcane bagasse in natura and chemically modified.** *Water, Air and Soil Pollution*, v. 216, n. 1-4, p. 351-359, 2011.

EYSINK, G. G. J.; TOLEDO JR, A. P.; COSTA, M. P.; MENEGON JR, N.; ARAUJO, R. P. A.; ISHIHARA, M. **Qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape com relação a presença de metais pesados e arsênio.** São Paulo: CETESB, 70p. 2000.

FENG, N. et al. **Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by chemically modified Orange peel.** *Journal of Hazardous Materials*, v. 185, n. 1, p. 49-54, jan. 2011.

FONTES, Cristiane. **O projeto de Tijuco Alto e seu histórico.** Instituto Sócio Ambiental – ISA. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/inst/camp/Ribeira/tijuco>>. Acesso em: 15/03/2014.

GONÇALVES Jr, A. C., LUCHESE, E. B., LENZI, E. **Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e cromo, em soja cultivada em Latossolo Vermelho Escuro tratado com fertilizantes comerciais.** *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HO, Y. S.; MCKAY, G. **The kinetics of sorption of basic dyes from aqueous solution by sphagnum moss peat.** *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, v. 76, n. 4, p. 822-827, ago. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal.** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. 2004.

JACOB, Lilian C. B.; ALVARENGA, K. de Freitas; MORATA, T. C. **Os efeitos da exposição ocupacional ao chumbo sobre o sistema auditivo: uma revisão da literatura.** *Rev. Bras. Otorrinolaringologia*, 2002.

KLASSEN, Curtis D. **Metais Pesados e seus Antagonistas.** In: GILMAN, A Goodman et al. *As bases farmacológicas da terapêutica.* 8.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 1061-1065. 1991.

KOSNETT, M. J. **Intoxicação por Metais Pesados & Quelantes**. In: KATZUNG, Bertram G. *Farmacologia Básica & Clínica*. 8.Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 867-870. 2003.

LARINI, Lourival; SALGADO, Paulo E. de T; LEPERA, José S. **Metais**. In: LARINI, Lourival. *Toxicologia*. 3. Ed. São Paulo: Manole, p. 131-135. 1997.

LEITE, E. M. A. **Exposição Ocupacional ao Chumbo e seus Compostos**. UFMG - Belo Horizonte, MG, 2006. Disponível em:  
<[www.farmacia.ufmg.br/lato/downloads/Apchumbo2006.doc](http://www.farmacia.ufmg.br/lato/downloads/Apchumbo2006.doc)>. Acesso em: 15/03/2014.

LEZCANO, J. M. et al. **Sorption and desorption of Cd, Cu and Pb using biomass from a eutrophized habitat in monometallic and bimetallic systems**. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 10, p. 2666-2674, jul. 2011.

LOLI. **Lead - in: Hall AH & Rumac BH (eds): Tomesâ System**. Inc. Englewood, Colorado, 1998.

LOPES Jr., Idio.; FIGUEIREDO, Bernardino R.; ENZWEILER, Jacinta; VENDEMIATTO, Maria Aparecida. **Chumbo e Arsênio nos sedimentos do Rio Ribeira de Iguape, SP/PR**. Serviço Geológico do Brasil, CPRM/SP. Instituto de Geociências, UNICAMP, 2005.

MACEDO, A. B. **Parecer sobre a influência da barragem proposta Tijuco Alto sobre a poluição por chumbo no Rio Ribeira de Iguape, SP**. 2001.

MACEDO, Rui Bocchino. **Segurança, saúde, higiene e segurança do trabalho**. Curitiba, PR: IESDE Brasil. 2012.

MACEDO, Rui Bocchino. **Apostila de Toxicologia**. 2013.

MACIEL, Adriana. **Aneel indefere pedido de recomposição de prazo da UHE Tijuco Alto**, 2014. Disponível em:  
<[http://www.jornaldaenergia.com.br/ler\\_noticia.php?id\\_noticia=15963&id\\_secao=14](http://www.jornaldaenergia.com.br/ler_noticia.php?id_noticia=15963&id_secao=14)>. Acesso em 15/03/2014.

MEDITEXT. **Lead - Medical Management In: Hall AH & Rumac BH (Eds): Tomesâ System**. 1998.

MORAES, G. A. **Normas Regulamentadoras Comentadas – Legislação de Segurança e Saúde do Trabalho**. GVC - 6ª edição, 2007.

MORAES, R.; GERHARD, P.; ANDERSON, L.; STURWE, J.; RAUCH, S.; SVERKER, M. **Establishing causality between exposure to metals and effects on fish**. *Human and Ecological Risk Assessment*, v.9, n.1, p. 149-169, 2003.

MONTANHER, S. F.; OLIVEIRA, E. A., ROLLEMBERG, M. C. **Removal of metal ions from aqueous solutions by sorption onto rice bran**. *Journal of Hazardous Materials*, v. 117, n. 2-3, p. 207-211, jan. 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção à Saúde dos Trabalhadores Expostos ao Chumbo Metálico**. 2006.

OKADA, I. A. et al. **Avaliação dos níveis de chumbo e cádmio em leite em decorrência de contaminação ambiental na região do vale do Paraíba, sudeste do Brasil**. Rev. Saúde Pública, v. 2, 1997.

PANTAROTO, Hermano Luis. **Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública**. 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE /ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO – OMS/FAO. **Documento de Trabajo sobre el Plombo**. 26ª Reunion del Comité Del Codex sobre Aditivos Contaminantes de los Alimentos. 1994.

PEÑA-RODRÍGUEZ, S. et al. **Kinetics of Hg (II) adsorption and desorption in calcined mussel shells**. Journal of Hazardous Materials, v. 180, p. 622-627, 2010.

PIRES, M.A.F.; COTRIM, M.E.B. **Modelagem Diagnóstica e Prognóstica da qualidade de água em áreas de captação, Relatório técnico-científico**. PADCT/FINEP, 2000.

RODRIGUES, V. G. S.; FUJUKAWA, A.; ABESSA, D. M. de S.; HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; SIGOLO, J. B. **Uso do bivalve límico *Anodontites tenebricosus* (LEA, 1834) no biomonitoramento de metais do Rio Ribeira de Iguape**. 2001.

SADAO, Marcelo. **Intoxicação por chumbo**. Revista de Oxidologia. p.37-42, jan-fev-mar. 2002.

SALGADO, Paulo E. de T. **Metais em Alimentos**. In: OGA, Seizi. Fundamentos de Toxicologia. 2. Ed. São Paulo: Atheneu, p.411-415. 2003.

SANTOS, E. S. et al. **Teores de chumbo e mercúrio em cabelo de crianças residentes em Cubatão, na região sudeste do Brasil**. Ver. Saúde Pública, v. 27, n. 2, 1993.

SILVA, CS. et al. **Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 229-234, 2003.

SILVA, H. R. G. da; DINIZ, J. F.; SILVA, J. Y. R. da; SILVA, A. M. da; LIMA, V. E. de. **Processos adsorptivos aplicados à descontaminação ambiental: Estudo da viabilidade do uso de biomassas adsorventes na remoção de metais pesados em efluentes líquidos**. 2012.

SILVEIRA, A. M; MARINE R. L. **A avaliação da experiência do ambulatório de doenças profissionais do Hospital das Clínicas da UFMG no tratamento dos trabalhadores com saturnismo**. Rev. Bras. Saúde Ocupacional, [S.l.], v. 74, n. 7, p. 19, 1991.

SIMÃO, Ceusnei. **O Chumbo no Vale do Ribeira – Paraná, Impactos na saúde humana**. 2009.

\_\_\_\_\_. **Intoxicação por chumbo em atividade de instrução de tiro**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 76, 2003.



STAUDINGER, K. C; ROTH, V. **Occupational lead poisoning**. American Family Physician, 1998.

TAVARES, T.M. **Avaliação dos efeitos das emissões de cádmio e chumbo em Santo Amaro, Bahia**. 1990. 110p. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química. Universidade de São Paulo, 1990.

UFBA; USP; CEPED; FINEP; CRA. **Projeto Purifica: Proposta para remediação de áreas degradadas pela atividade extrativa do chumbo em Santo Amaro da Purificação**. Salvador. 2002.

UFRJ. **Metais Pesados: chumbo**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://lct.nutes.ufrj.br/toxicologia/mX.chum.htm>>. Acesso em 08/03/2014.

ZAMATARO, Rosemary Sanae Ishii; FRANZINI, Milton José; SOUZA, Cira Santos. **Relatório técnico de caracterização de resíduos sólidos**. 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Human Exposure Assessment Series: Human Exposure to Lead**. Bangkok: United Nations Environment Programme, 1992.

**ANEXOS****QUESTIONÁRIO DE PESQUISA**

Questionário de avaliação de condições de trabalho e saúde dos pescadores da Colônia de Pescadores do Iguape:

Nome do usuário: \_\_\_\_\_

Localização: \_\_\_\_\_

1 – São exigidos exames médicos periódicos para os pescadores poderem trabalhar a bordo de barcos de pesca?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

2 – É exigido que os barcos tenham tripulação eficiente e que garanta segurança, sob o controle de um comandante ou patrão de pesca competente, e que os pescadores gozem de períodos de descanso com duração suficiente?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

3 – Se exige aos barcos de pesca que levem a bordo a lista de tripulantes e pescadores que devem estar amparados por um acordo de trabalho assinado, no qual estejam estabelecidas as condições do trabalho que estão realizando?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

4 – São estabelecidas normas de alojamento e alimentação a bordo?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

5 – Estabelecem-se requisitos em matéria de segurança e saúde no trabalho, e se exige uma atenção médica básica a bordo dos barcos de pesca?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

6 – Assegura-se que os pescadores se beneficiarão da proteção da seguridade social em condições não menos favoráveis que as que são aplicadas a outros trabalhadores do país e, no mínimo, sejam disponibilizadas proteção em caso de doenças, lesões ou morte relacionadas com o trabalho?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

7 – É utilizado medicamento, sem orientação de um médico, para dar alívio ao mal estar dentro da embarcação (enjôo)?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

8 – Tem como hábito andar descalço tendo em vista o chão do barco estar sempre molhado, escorregadio?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

9 – A queima de combustíveis, tal como o óleo diesel, naturalmente libera gases. A falta ou a manutenção precária dos motores dos barcos pode fazer com que junto a esses gases liberados venham outros gases tóxicos, que podem causar desmaios, tonturas e outros danos à saúde. Costuma inalar ou respirar estes tipos de gases?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

10 – Esteve em contato direto com águas contaminadas por esgotos domésticos?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

11 – Esteve em contato direto com águas contaminadas por esgotos industriais?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

12 – Foi vítima de corte e perfuração devido à utilização de facas, rede, anzol e outros materiais que são pontiagudos ou perfurocortantes, que podem perfurar ou cortar?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

13 – Apresenta os seguintes sintomas: fraqueza, dores musculares, dores em membros inferiores, insônia, fadiga?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

14 – Apresenta os seguintes sintomas: irritabilidade, perda progressiva de memória?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

15 – Apresenta os seguintes sintomas: dores abdominais e cefaleia?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

16 – As fezes apresentam coloração negra em virtude da reação do chumbo com compostos sulfurados existentes nos gases intestinais?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

17 – A contaminação por chumbo na área da construção da UHE Tijuco Alto em virtude dos resíduos que se localizam na área prevista a ser inundada para o reservatório pode se agravar caso a mesma venha a acontecer?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

18 – O uso de resíduos agroindustriais na remoção de poluentes no meio ambiente, chamada de biossorção pode diminuir a contaminação por chumbo reduzindo os impactos ambientais?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

19 – Faz uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) tais como máscaras de filtro químico; luvas; e uniformes lavados industrialmente?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

20 – Foi informado aos trabalhadores quanto aos riscos decorrentes; da exposição, manifestações da intoxicação por chumbo, e formas de prevenção da absorção do metal?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

21 – Foi informado aos trabalhadores os resultados de exames toxicológicos?

Sim  Não  Raramente  Desconheço

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_