

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

DISSERTAÇÃO

**Elaboração de estratégias de comunicação de risco para populações
expostas ao mercúrio: o caso em Descoberto – Minas Gerais**

Ana Paula da Conceição Fernandes de Amorim

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**ELABORAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO DE RISCO
PARA POPULAÇÕES EXPOSTAS AO MERCÚRIO: O CASO EM
DESCOBERTO – MINAS GERAIS**

ANA PAULA DA CONCEIÇÃO FERNANDES DE AMORIM

Orientadora
Profa. Dra. Heloísa Pacheco-Ferreira

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável, Área de Concentração em Meio Ambiente, Desenvolvimento e Saúde.

Seropédica - RJ
2016

577.5098151 Amorim, Ana Paula da Conceição Fernandes de.

A524e

T

Elaboração de estratégias de comunicação de risco para populações expostas ao mercúrio: o caso em Descoberto – Minas Gerais / Ana Paula da Conceição Fernandes de Amorim, 2016.

130 f.

Orientador: Pacheco-Ferreira, Heloisa.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas.

Bibliografia: f. 99-109.

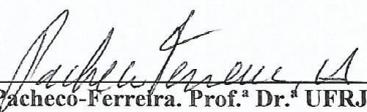
1. Comunicação de risco à saúde - Teses. 2. Avaliação de riscos ambientais – Teses. 3. Mercúrio – Teses. I. Pacheco-Ferreira, Heloisa. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRÁTICAS EM DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

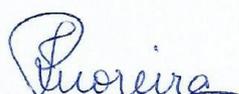
ANA PAULA DA CONCEIÇÃO FERNANDES DE AMORIM

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável da UFRRJ.

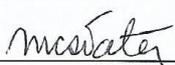
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 07/07/2016



Heloisa Pacheco-Ferreira. Prof.^a Dr.^a UFRJ.
(Orientadora)



Maria de Fátima Ramos Moreira. Prof.^a Dr.^a FIOCRUZ
(Membro Externo)



Maria Cláudia da Silva Vater da Costa Fiori. Prof.^a Dr.^a – UFRJ
(Membro Interno)

Às gerações futuras das diversas espécies que habitam
o Planeta Terra,
que possam desfrutar de um mundo mais justo,
cheio de possibilidades e
livres do mercúrio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo livre arbítrio. Pela oportunidade de trilhar meu próprio caminho e através de minhas escolhas, melhorar meu crescimento pessoal e espiritual.

À minha orientadora Professora Dra. Heloísa Pacheco-Ferreira, que, sempre, muito generosamente, me auxiliou na condução desse trabalho.

Agradeço aos meus pais Salvador e Margarida, *in memoriam*, pela oportunidade que tive de aprender sobre ética, perseverança e que a integridade moral deve sempre prevalecer.

Aos meus irmãos, meus colegas de trabalho, meus sobrinhos, amigos e todos que de alguma maneira me incentivaram nessa caminhada. Em especial Cecília Bandeira d'Aquino Fonseca, pelo abrigo e apoio e Moana Ferreira dos Santos por partilhar tantos momentos de estudo, trabalhos de campo, momentos de incentivo e solidariedade.

Aos professores desta instituição pela oportunidade ímpar de aprendizado.

Aos funcionários desta instituição, sempre à disposição em prol do bom andamento das atividades letivas.

Aos professores participantes da banca examinadora, que gentilmente aceitaram o convite para minha avaliação e foram colaboradores importantes no meu estudo.

Ao engenheiro Victor Azevedo pela elaboração dos mapas que compõe essa pesquisa e pela orientação e disponibilidade, sempre gentil, em me receber e auxiliar nos esclarecimentos das dúvidas.

Ao apoio de Giovana Ferraz (Enfermeira. SMS/Descoberto/MG), que possibilitou as atividades de pesquisa em campo e a elaboração da comunicação de risco.

Aos profissionais da equipe técnica da Superintendência Regional de Saúde de Juiz de Fora: João Luiz Julião, Wagner Luiz de Almeida e Moacir Augusto Pereira pelo apoio e contribuição nesse estudo.

Aos profissionais da equipe de saúde local (SMS/Descoberto/MG) Dalilla Cintra Barbosa Fenton, Virgínia Saar e Guilherme Alves Pereira pelo apoio e contribuição nesse estudo.

À Fabrício Oliveira Florentino, da equipe de saúde de São João Nepomuceno (SMS/SJN/MG), pelo apoio e contribuição nesse estudo.

“O ser humano vivencia a si mesmo, seus pensamentos como algo separado do resto do universo - numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é uma espécie de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto por pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão, para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá alcançar completamente esse objetivo, mas lutar pela sua realização já é por si só parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior.”

Albert Einstein

RESUMO

AMORIM, Ana Paula da Conceição Fernandes de, **Elaboração de estratégias de comunicação de risco para populações expostas ao mercúrio: o caso em Descoberto – Minas Gerais**. 2016. 130p. Dissertação (Mestrado Programa Pós-Graduação em Práticas em Desenvolvimento Sustentável). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2016.

Este estudo tem como objetivo geral a elaboração de estratégias de comunicação de risco para populações expostas ao mercúrio no Município de Descoberto, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil. Os resultados desse estudo, foram obtidos a partir de entrevista socioeconômica e análises biológicas de amostras de urina e cabelo de 94 pessoas, residentes no município e análises ambientais de solo, água e ar para avaliação da presença de mercúrio nesses compartimentos ambientais. Esses resultados serviram de base para a identificação do risco e vulnerabilidade da população à exposição ao mercúrio no meio ambiente e, forneceram subsídios para a elaboração das estratégias de comunicação de risco. Além dos dados primários, houve também uma pesquisa de dados secundários e revisão bibliográfica. Este estudo foi realizado no âmbito do Projeto “Elaboração de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas para a Vigilância em Saúde das Populações Expostas ao Mercúrio”. Este estudo evidenciou, junto com a pesquisa, que a população do município de Descoberto, Minas Gerais, está exposta ambientalmente ao mercúrio. Os resultados de amostras ambientais encontrados foram: Hg no ar com nível médio de $39,4 \pm 37,5 \text{ ng m}^{-3}$, Hg no solo com média de $0,37 \pm 0,71 \text{ mg kg}^{-1}$ e Hg na água com valores variando entre 1,1 a $2,8 \text{ ng L}^{-1}$, e, os resultados de amostras biológicas foram: nível médio de Hg na urina de $0,15 \pm 0,30 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, com a mediana em $0,23 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ e níveis de mercúrio no cabelo de $\leq 0,096 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ a $1,92 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ com média de $0,25 \pm 0,28 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ e mediana de $0,15 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. Portanto tendo em vista as características da população estudada, evidenciada nos resultados da pesquisa socioeconômica, os resultados das análises ambientais e biológicas, elaborou-se estratégias de comunicação de risco como uma das medidas de gerenciamento do risco de exposição e consequente vigilância em saúde. Comunicação de Risco essa no modelo de folder e DVD, a fim de alcançar o objetivo informativo e atingir o maior contingente da população.

Palavras chave: Comunicação de Risco à Saúde, Avaliação de Riscos Ambientais, Mercúrio.

ABSTRACT

AMORIM, Ana Paula da Conceição Fernandes de, **Preparation of risk communication strategies for populations exposed to mercury : the case in Descoberto – Minas Gerais.** 2016. 130p. Dissertation (Master Science in Sustainable Development Practices). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2016.

The results of this study were obtained from interview socioeconomic and biological analyzes of urine and hair of 94 people living in the city and environmental analyzes of soil, water and air to evaluate the presence of mercury in these environmental compartments. These results were the basis for the identification of risk and vulnerability of the population exposure to mercury in the environment, and provided subsidies for the development of risk communication strategies. In addition to the primary data, there was also a secondary data research and literature review. This study was conducted under the Project "Development of Clinical Protocols and Therapeutic Guidelines for Health Surveillance of Populations Exposed to Mercury". This study demonstrated, along with research, the population of the city of Descoberto, Minas Gerais, It is environmentally exposed to mercury. The results of environmental samples were: Hg in the air with an average level of $39,4 \pm 37,5 \text{ ng m}^{-3}$, Hg soil with an average of $0,37 \pm 0,71 \text{ mg kg}^{-1}$ and Hg in water with values ranging from $1,1$ a $2,8 \text{ ng L}^{-1}$, and the results of biological samples were: Hg average level in the urine of $0,15 \pm 0,30 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ with the median $0,23 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ and mercury levels in the hair of de $\leq 0,096 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ a $1,92 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ with a mean of $0,25 \pm 0,28 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ and a median of $0,15 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$. Therefore in view of the characteristics of the population, as evidenced in the results of socio-economic research, the results of environmental and biological analyzes, prepared to risk communication strategies as one of the management measures of risk exposure and consequent health surveillance. Risk Communication in this folder and DVD model in order to achieve the objective information and reach the largest number of the population.

Keywords: Risk Communication Health, Environmental Risk Assessment, Mercury.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Perfil Demográfico do Município de Descoberto, segundo IBGE (2010)
- Tabela 2** - Estratificação da população por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 3** - Estratificação da população por cor auto declarada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 4** - Distribuição por faixa etária e gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 5** - Perfil da escolaridade da população entrevistada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 6** - Relação entre renda individual e familiar da população entrevistada, definida por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 7** - Atividades laborais e gênero – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 8** - Contato com mercúrio direto ou indireto, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 9** - Dados socioeconômicos da população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 10** - Hábitos alimentares, quanto na população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 11** - Hábitos alimentares quanto à ingestão de carnes na população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 12** - Consumo de peixes, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014
- Tabela 13:** Localização dos pontos de coleta de ar, água e solo, com a respectiva concentração de mercúrio. Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização de Descoberto em relação aos Municípios Limítrofes e à Juiz de Fora – Minas Gerais.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Amostras de ar Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Mapa 2 – Amostras de água Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Mapa 3 – Amostras de solo Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SIMBOLOS

ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DADS - Diretoria de Ações Descentralizadas em Saúde

ETARs - Estações de Tratamento de Águas Residuais

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Hg - Hidrargírio, Mercúrio.

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MS - Ministério da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde

SNC - Sistema Nervoso Central

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UNECE – do inglês United Nations Economic Commission for Europe

UNEP - do inglês United Nations Environment Programme

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	21
2.1 Geral	21
2.2 Específicos	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 O Mercúrio	22
3.1.1 Características Gerais	24
3.1.2 Efeitos Tóxicos	26
3.1.3 Usos e Aplicações	28
3.1.4 Fontes de exposição	30
3.1.5 Principais rotas de exposição humana	34
3.1.6 Toxicocinética	35
3.1.7 Avaliação da exposição	39
3.1.8 Mercúrio no Ambiente	41
3.1.9 Redução de fontes e de situações de exposição	45
3.1.10 Tratado Global para Eliminação do Mercúrio - Convenção de Minamata ..	48
3.2 Comunicação de Risco	52
3.2.1 Risco	53
3.2.2 Caracterização do risco	56
3.2.3 Percepção do risco	57
3.2.4 Avaliação do risco	58
3.2.5 Gerenciamento do Risco	59
3.2.6 Comunicação de Risco - Conceituação	61
3.2.7 Estratégias de comunicação de risco	67
3.2.8 Notificação do risco	71
3.2.9 Sistemas de Informação em Saúde	72
3.2.10 Questões éticas relacionadas à comunicação de risco	73
3.2.11 Justiça Ambiental	77

4 METODOLOGIA	81
4.1 Local de Estudo	81
4.2 Materiais e Métodos	83
4.2.1 Coleta, Tratamento e Análise das Amostras Ambientais	83
4.2.2 População de Estudo	84
4.2.3 Coleta, Tratamento e Análise das Amostras Biológicas	85
4.2.4 Análise de Dados	85
4.3 Aspectos Éticos	86
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	87
5.1 Características gerais da população entrevistada	87
5.2 Dados socioeconômicos	88
5.3 Dados da exposição ambiental ao mercúrio	89
5.3.1 Análise das Amostras de ar	90
5.3.2 Análise das amostras de água	91
5.3.3 Análise das Amostras de solo	93
5.3.4 Análises das amostras biológicas	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS.....	110

1 INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2002, segundo TINOCO *et. al* (2010), foi encontrado mercúrio elementar no município de Descoberto, na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, cuja origem parecia estar ligada à exploração de ouro que existiu na região, no século XIX. Moradores da área rural, na localidade denominada Serra do Grama, perceberam a presença desse elemento quando foi realizado um corte em um terreno para a abertura de estrada de acesso a uma propriedade particular, que provocou o afloramento do mercúrio em sua forma líquida. O ponto de afloramento encontrava-se a, aproximadamente, 20 m do córrego Rico, que deságua no ribeirão do Grama, pertencente à sub-bacia do rio Pomba e afluente da bacia do Paraíba do Sul (FEAM, 2005; Tinoco *et.al*, 2010).

Ainda segundo os autores, na região afetada moravam cerca de 70 famílias, totalizando, aproximadamente, 300 pessoas. A área no entorno do foco, cerca de 450 ha, é constituída por Mata Atlântica, cachoeiras e diversas espécies de fauna e flora, típicas do bioma. As águas da bacia do ribeirão do Grama são utilizadas para recreação, natação, pesca e dessedentação de animais. Além disso, o ribeirão era o principal manancial de abastecimento do núcleo urbano do município de Descoberto e de parte de São João Nepomuceno até dezembro de 2002.

Em março de 2003, técnicos da FEAM e da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) executaram a Investigação Confirmatória no local. Foram coletadas 17 amostras de solo, que foram analisadas pela Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). Os resultados da análise, que foram disponibilizados em julho de 2003, indicaram elevada concentração de mercúrio nas amostras de solo, com diversos pontos apresentando concentrações acima de 40 mg Kg^{-1} e valor máximo de 936 mg Kg^{-1} . De acordo com o relatório técnico que apresenta os resultados do diagnóstico realizado no período de 2002 a 2004, a concentração normal de mercúrio no solo da área em estudo é menor que $0,30 \text{ mg Kg}^{-1}$ (FEAM, CDTN e CPRM, 2005).

Em agosto de 2003, o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), com apoio da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e do Instituto Mineiro de

Gestão das Águas (IGAM) interditou uma área de aproximadamente 8.000 m² em torno do foco do afloramento. (FEAM, 2005).

O mercúrio é um metal líquido à temperatura ambiente, conhecido desde os tempos da Grécia Antiga. Também é conhecido como hidrargiro, azougue, hidrargírio, e prata-viva, entre outras denominações. Seu nome homenageia o deus romano Mercúrio, que era o mensageiro dos deuses. Essa homenagem se deve à fluidez do metal. O símbolo Hg vem do grego "hydrargyrum" que significa prata líquida. Não possui nenhuma função fisiológica benéfica para o organismo humano. Em qualquer uma das formas que se apresenta é tóxico para os seres vivos e para o meio ambiente. Dependendo de sua forma físico-química, o mercúrio possui distintos processos cinéticos e efeitos tóxicos. (OPAS, 2011).

Devido ao aumento do uso de Hg, a frequência de acidentes ambientais envolvendo esse elemento químico e seus compostos também aumentou, gerando preocupação crescente por parte das autoridades ambientais na maioria dos países. As últimas duas décadas do milênio passado testemunharam um enorme esforço por parte dos países industrializados, na implantação de legislação específica e no desenvolvimento de tecnologias "limpas", que possam refletir um decréscimo na emissão de Hg para o meio ambiente. No entanto, a existência de inúmeros insumos, equipamentos e materiais que ainda contém Hg em sua composição ou no processo de industrialização, aliado à persistência deste contaminante no meio ambiente e aos imensos estoques acumulados em diferentes compartimentos ambientais, principalmente em solos e sedimentos aquáticos, resíduos industriais, urbanos e da mineração, continuam sendo uma ameaça aos ecossistemas naturais e à saúde humana (MMA, 2011). Pela sua importância em termos de disseminação ambiental e toxicidade para a população humana e outras espécies, é considerado um poluente ambiental global. (UNEP, 2013).

No sentido de fornecer instrumentos legais e fortalecer as ações que envolvam o controle do uso desse metal e sua disponibilidade ambiental inadequada, a Organização das Nações Unidas, em 19 de janeiro de 2013, adotou a Convenção de Minamata, da qual o Brasil tornou-se signatário em 10 de julho de 2013, que reconhece o mercúrio como uma substância química de interesse ambiental global. A convenção objetiva

proteger a saúde humana e o meio ambiente de emissões e liberações antropogênicas de mercúrio e seus compostos. (UNEP, 2013; FUNDACENTRO, 2013).

Desde o início de 2013 a Universidade Federal do Rio de Janeiro, vem desenvolvendo o Projeto de “Elaboração de Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Vigilância em Saúde das Populações Expostas ao Mercúrio”, do qual este estudo faz parte. O mesmo foi desenvolvido no Município de Descoberto, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil.

Tendo em vista a exposição ambiental da população, esse estudo objetiva a elaboração de estratégias de comunicação de risco, que é considerada uma etapa do gerenciamento do risco e que pode ser um instrumento importante, de vigilância em saúde e gestão em políticas de saúde pública e saúde ambiental, no sentido de monitorar a exposição e consequente adoecimento da população.

A Comunicação de risco, é considerada uma das etapas do gerenciamento do risco e pode ser um instrumento importante, de vigilância em saúde e gestão em políticas de saúde pública e saúde ambiental, no sentido de monitorar a exposição e consequente adoecimento da população.

A comunicação de risco deve envolver diversos participantes, como pesquisadores e gestores do risco, população em geral, gestores locais e sociedade civil. Para que essa comunicação de risco pudesse ser elaborada foram utilizados dados primários como entrevista socioeconômica e análises de amostras biológicas ambientais para determinação dos níveis de mercúrio, levantados durante a aplicação do protocolo clínico para a vigilância em saúde das populações expostas a solo contaminado na cidade de Descoberto, MG, durante o ano de 2014.

Para que a comunicação de risco seja efetiva é importante levar em consideração o Artigo 18 da Convenção de Minamata, que aborda a educação, a conscientização e a informação pública de modo a promover e facilitar a publicação de informações disponíveis no que diz respeito aos aspectos de saúde, alternativas livres de mercúrio e os resultados de pesquisas e monitoramento que venham sendo realizados.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Elaboração de estratégias de comunicação de risco para populações expostas ao mercúrio.

2.2 Específicos

Elaborar estratégia de comunicação de risco, a ser utilizada pela população exposta ambientalmente ao mercúrio no Município de Descoberto em Minas Gerais, Brasil;

Conceituar a toxicologia do mercúrio quanto ao seu comportamento no meio ambiente, à toxicidade e vias de intoxicação;

Descrever risco e vulnerabilidade, relativas à intoxicação de populações expostas ao mercúrio.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O mercúrio

O mercúrio é um metal líquido à temperatura ambiente, conhecido desde os tempos da Grécia Antiga. Também é conhecido como hidrargiro, azougue, hidrargírio, e prata-viva, entre outras denominações. Seu nome homenageia o deus romano Mercúrio, que era o mensageiro dos deuses. Essa homenagem se deve à fluidez do metal. O símbolo Hg vem do grego "hydrargyrum" que significa prata líquida. Não possui nenhuma função fisiológica benéfica para o organismo humano. Em qualquer uma das formas que se apresenta é tóxico para os seres vivos e para o meio ambiente. Dependendo de sua forma físico-química, o mercúrio possui distintos processos cinéticos e efeitos tóxicos (OPAS, 2011).

Devido ao aumento do uso de Hg, a frequência de acidentes ambientais envolvendo esse elemento químico e seus compostos também aumentou, gerando preocupação crescente por parte das autoridades ambientais na maioria dos países. As últimas duas décadas do milênio passado testemunharam um enorme esforço por parte dos países industrializados, na implantação de legislação específica e no desenvolvimento de tecnologias "limpas", que possam refletir um decréscimo na emissão de Hg para o meio ambiente. No entanto, a existência de inúmeros insumos, equipamentos e materiais que ainda contém Hg em sua composição ou no processo de industrialização, aliado à persistência deste contaminante no meio ambiente e aos imensos estoques acumulados em diferentes compartimentos ambientais, principalmente em solos e sedimentos aquáticos, resíduos industriais, urbanos e da mineração, continuam sendo uma ameaça aos ecossistemas naturais e à saúde humana (MMA, 2011). Pela sua importância em termos de disseminação ambiental e toxicidade para a população humana e outras espécies, é considerado um poluente ambiental global (UNEP, 2013).

Por esses motivos, alguns estudos demonstraram a grave situação das populações expostas à contaminação mercurial, como o risco de contaminação de populações ribeirinhas do Rio Madeira, Amazônia, por ingestão de alimentos contendo metilmercúrio, contaminação ambiental por rejeitos do garimpo do ouro afetando trabalhadores e moradores do entorno. Nesse caso, os garimpeiros estão mais sujeitos à exposição ao Hg, por inalação, podendo conduzir a efeitos adversos na saúde humana. (Bastos & Lacerda, 2004).

Nas duas últimas décadas do século passado, devido a questões socioeconômicas ligadas ao comércio do ouro, houve uma grande demanda para a mineração em quase todos os países da bacia Amazônica, resultando no lançamento de grandes quantidades de Hg decorrentes da amalgamação proveniente do garimpo, para o ambiente aquático e atmosfera do ecossistema amazônico. O Hg associado ao material particulado em suspensão tende a sedimentar, enquanto que o dissolvido fica mais biodisponível sendo melhor incorporado pela biota. O processo de metilação e consequente biodisponibilidade e acumulação na cadeia alimentar, é favorecido em ambientes anóxicos e subanóxicos. Reservatórios brasileiros, tanto na região sudeste (Santana, Vigário e Lages) quanto na Amazônia (Tucuruí, Balbina e Samuel) tem sido objeto de diversos estudos demonstrando que o Hg associado ao material particulado em suspensão presente nos sedimentos e no plâncton apresenta-se especialmente em sua forma orgânica e afetando significativamente a biota e desse modo atingindo a população que se utiliza desses peixes para alimentação. (Lacerda & Malm, 2008). A população ribeirinha do Tapajós, Estado do Pará, encontra no pescado sua principal fonte de alimentação. Entretanto, nos últimos anos, diversas pesquisas demonstraram que peixes da região apresentam teores de mercúrio acima do recomendável para o consumo humano (500 µg/g, segundo a OMS), tornando essa população um grupo de risco para exposição ambiental ao metal (MMA, ANVISA, 2010).

O marco emblemático, que chamou a atenção das autoridades mundiais de saúde sobre o risco do uso do Hg foi o acidente de Minamata, no Japão, quando efluentes industriais, contendo Hg, foram liberados diretamente na Baía de Minamata, afetando um quantitativo significativo da população, além de animais domésticos. Em 1956, o médico Japonês Dr. Hajime Hosakawa, classificou a doença como “doença não

esclarecida do sistema nervoso central”, pois a população, principalmente crianças recém nascidas, filhas de pescadores, apresentavam grave doença neurológica. Em 1959, foram registrados os primeiros casos de origem congênita, ou seja, os bebês já nasciam doentes, tendo sido contaminados pelo mercúrio, atravessou a barreira placentária. Foi também em 1959, que um grupo de pesquisa ligado à Universidade de Kumamoto, estudou detalhadamente os sinais e sintomas da população afetada e sugeriu que a doença era causada provavelmente por um derivado orgânico do mercúrio. Somente em 1968, após um segundo surto, agora na baía de Niigata e ao longo do rio Agano, que o governo, três anos depois, acatou a conclusão dos estudos de contaminação ambiental por mercúrio, responsabilizando as empresas envolvidas. (BRASIL, MMA, 2011).

3.1.1 Características Gerais

O mercúrio é um elemento que ocorre naturalmente e é encontrado em todo o mundo. Está contido em muitos minerais, incluindo cinábrio (HgS), principal minério de mercúrio. Muito da presente demanda para o mercúrio utiliza o fornecimento do metal recuperado de fontes industriais em vez da mineração. O mercúrio está também presente como impureza em muitos outros minerais economicamente valiosas, em particular os metais não - ferrosos, e em combustíveis fósseis como o carvão (UNEP, 2013).

Dada a capacidade da sua forma elementar para permanecer suspensa na atmosfera por mais de um ano, com subsequente transporte por longas distâncias, o mercúrio é um poluente global. É um metal pesado, de alta volatilidade no meio ambiente e um dos poluentes mais tóxicos. Encontrado naturalmente na crosta terrestre, ocorrendo no ar, solo e água. Este metal assume diversas formas químicas, que podem ser divididas nas seguintes categorias: mercúrio metálico ou elementar (Hg), mercúrio inorgânico, principalmente na forma de sais mercúricos (HgCl₂, HgS) e mercuriosos (Hg₂Cl₂), e mercúrio orgânico, ligado a radicais de carbono, por exemplo metilmercúrio e etilmercúrio. O mercúrio metálico (Hg) é um metal prateado e brilhante, que ocorre em estado líquido na temperatura ambiente, e volatiliza facilmente para a atmosfera

formando vapores de mercúrio, incolores e inodoros, e se formam em maior quantidade com o aumento da temperatura. As emissões atmosféricas são a principal fonte de contaminação do ar, seguido pela contaminação da água, do solo, por disposição inadequada de efluentes e resíduos. Uma vez liberado, o mercúrio permanece no meio ambiente, circulando entre o ar, a água, o sedimento, o solo, e a biota, onde assume diversas formas químicas. A maioria das emissões para o ar ocorre na forma do mercúrio elementar, que por ser muito estável, pode permanecer na atmosfera por meses ou até anos, possibilitando seu transporte por longas distâncias ao redor do globo. O vapor de mercúrio presente na atmosfera, também pode se depositar ou ser convertido para a forma solúvel, retornando à superfície terrestre nas águas da chuva. A partir daí, duas importantes reações químicas podem ocorrer: o metal pode ser convertido novamente a vapor de mercúrio e retornar à atmosfera, ou pode ser metilado pelos microorganismos presentes nos sedimentos da água, se transformando em metilmercúrio, que impregna os tecidos dos peixes. Possui propriedades neurotóxicas e teratogênicas (Haddad, 2015; MMA, 2014; International Joint Commission, 2001).

Quanto ao ciclo global e ecotoxicologia, o mercúrio, sob a forma de vapor (Hg^0) na atmosfera, é originado da desgaseificação natural da crosta terrestre e de erupções vulcânicas, além da evaporação de solos e oceanos. Por outro lado, o metilmercúrio entra na cadeia alimentar aquática inicialmente com o plâncton, depois em peixes herbívoros e finalmente em peixes carnívoros e animais marinhos. Essa biometilação e bioconcentração resulta na exposição humana ao metilmercúrio por meio do consumo de peixes (Eaton & Klaassen, 2001).

Outro fato relevante é que o mercúrio é o único metal a sofrer biomagnificação em quase todas as cadeias alimentares, ou seja, sua concentração aumenta conforme aumenta o nível trófico da espécie, o que resulta em exposição ambiental via cadeia alimentar, significativa para consumidores de níveis tróficos elevados incluindo o homem. A grande quantidade de mercúrio emitida por atividades humanas no último século encontra-se, muitas vezes, passível de remobilização por processos antrópicos, naturais, variações climáticas globais e mudanças nos usos dos solos (Lacerda & Malm, 2008). Para lidar com esse desafio é importante conhecer os processos biogeoquímicos na dinâmica do mercúrio nos diversos compartimentos ambientais e sua

biodisponibilidade, para desenvolver estratégias de prevenção dos efeitos da contaminação (Lacerda & Malm, 2008; Bastos & Lacerda, 2004).

3.1.2 Efeitos Tóxicos

O uso indiscriminado de substâncias químicas nas indústrias, agricultura e em campanhas de saúde pública, o risco de acidentes com produtos perigosos assim como suas emissões para o meio ambiente, tornaram-se um grave problema de Saúde Pública, na última década, devido ao grande número de população exposta. Estima-se duzentos e cinquenta mil casos de morbidade e mortalidade, decorrentes da neurotoxicidade, no mundo a cada ano, além da evidência epidemiológica da associação entre poluição ambiental e o aumento de algumas enfermidades clínicas degenerativas nos países industrializados (Pacheco-Ferreira, 2008).

Em relação à toxicidade do mercúrio, Goyer & Clarkson (2001), afirmam que a inalação do vapor de mercúrio em concentrações muito elevadas poder produzir sintomas respiratórios, como bronquite aguda e corrosiva, pneumonite intersticial e possíveis efeitos ao sistema nervoso central como tremor e irritabilidade, isso em se tratando de exposição não letal. Quando a exposição é ao mercúrio inorgânico, o rim é o principal órgão afetado, e que, exposições crônicas a baixos níveis de sais de mercúrio, podem induzir a doença glomerular imunológica. Por último, ainda segundo os autores, quando a exposição é ao metilmercúrio, mercúrio orgânico, o principal efeito é a neurotoxicidade, que podem se manifestar com sinais clínicos de parestesias (dormência e formigamento) até sinais mais graves como dificuldades para andar, deglutir, articular palavras, perda da visão ou audição e tremor, sinais esses, que podem evoluir para o coma e conseqüentemente morte.

A presença de mercúrio no corpo humano pode ocasionar grandes danos à saúde. Devido à sua acumulação progressiva e irreversível, esse elemento fica retido nos tecidos, causando lesões graves, principalmente aos rins, fígado, aparelho digestivo e

sistema nervoso central. Sendo que o órgão mais vulnerável é o sistema nervoso central (OPAS, 2011; Tinoco, 2010).

Geralmente a intoxicação aguda por vapor do mercúrio remete a sintomas como dor de estômago, diarreia, tremores, depressão, ansiedade, gosto metálico, dentes moles com inflamação e sangramento na gengiva, insônia, falhas de memória e fraqueza muscular, nervosismo, mudanças de humor, agressividade, excitabilidade, dificuldade de prestar atenção e até demência. Entretanto a exposição crônica a baixos níveis de mercúrio pode resultar em sintomas neurológicos, como: tremores, distúrbios cognitivos e emocionais (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; Haddad, 2015; OPAS, 2011; Sarikaya *et.al.* 2010; Copeland *et.al.* 2007).

A maioria dos impactos graves geralmente se manifestam no feto e crianças muito jovens. Pode haver uma latência significativa período anterior impactos se tornam aparentes. Mas concentrações de metilmercúrio em alguns aborígenes do norte do Canadá já estão dentro da faixa onde os sintomas subclínicos podem ser antecipados (International Joint Commission, 2001). A exposição do feto ao metilmercúrio está associada com anormalidades neurológicas em crianças, bem como com déficit de atenção, linguagem, memória verbal, função espacial, inteligência e desenvolvimento da velocidade motora. (Copeland *et.al.* 2007).

Os efeitos tóxicos do mercúrio na audição foram estudados durante anos e ainda são objeto de investigação. A literatura refere-se ao mercúrio como sendo ototóxico, danificando o sistema auditivo aferente. Isto demonstra claramente que a exposição ao mercúrio ainda é um problema atual e que a sua responsabilidade ambiental terá consequências para muitas gerações futuras (Hoshino, *et.al.* 2012; Hoshino, *et.al.* 2015).

Uma revisão sistemática foi realizada , incluindo estudos sobre os efeitos da exposição ao mercúrio no sistema auditivo central, publicados entre janeiro de 1966 e abril de 2011. Todos os artigos analisados mostraram que a exposição ao mercúrio é ototóxica, induzindo perda auditiva periférica e / ou central (Hoshino, *et.al.* 2012; Hoshino, *et.al.* 2015).

Metodologias de avaliação de risco diferem significativamente entre o Canadá e os Estados Unidos, quando se trata de avaliação de exposição em animais selvagens que são utilizados em alimentação humana, oriundos de práticas de caça, comuns nesses países. O Canadá avalia concentrações em animais de vida selvagem que se destinam ao consumo humano, quando apropriado. Os Estados Unidos avalia concentrações de mercúrio na água que poderia levar a impactos negativos, tanto para o uso humano quanto para a biota aquática, que posteriormente pode ser consumida pelo homem. Exemplos desse monitoramento são as avaliações em mergulhões canadenses orientais, que é considerado um indicador significativo de stress relacionado ao mercúrio. Da mesma forma animais como mink e lontras em algumas regiões do Canadá parecem têm níveis elevados de mercúrio, que pode representar uma queda significativa em populações desses animais, superiores a cinco anos de idade (International Joint Commission, 2001).

As populações da Amazônia, e em particular a populações ribeirinhas em que o peixe é a principal fonte de proteína na dieta, vem apresentando níveis elevados de exposição ao metilmercúrio por longo prazo, portanto, devem ser clinicamente monitorizadas. Alguns estudos, com diferentes metodologias, apontam para a possibilidade de que a Amazônia está vendo a ação significativa e silenciosa de metilmercúrio em populações ribeirinhas expostas, com o aparecimento presumível de expressão clínica de intoxicação por mercúrio na Amazônia (Pacheco-Ferreira, 2001).

3.1.3 Usos e Aplicações

Os principais usos do mercúrio metálico ou elementar (Hg^0), segundo o MMA (2011) são: catalisador da indústria de cloro soda; fabricação de lâmpadas fluorescentes e tubos de descarga; lâmpadas e tubos de raios ultravioleta e infra-vermelho; interruptores elétricos e eletrônicos (interruptores de correntes); instrumentos de controle industrial (termostatos e pressostatos); amálgama odontológico; amálgama na atividade de mineração do ouro; equipamentos elétricos (pilhas, baterias, interruptores, acumuladores); fabricação de máquinas e instrumentos científicos e de aparelhos de medição em laboratório (termômetros, pirômetros, higrômetros, esfigmomanômetros,

barômetros, pluviômetros); produtos químicos para fotografia, de películas, placas sensibilizadas e papéis fotográficos. Outras aplicações são na indústria cosmética e farmacêutica, tintas, galvanoplastia, tratamento de grãos e sementes, controle de pragas, catalisador na produção do monômero de cloreto de vinila a partir de acetileno, sobretudo na China (UNEP, 2013; OPAS, 2011; MMA 2010, ANVISA, 2010).

Quanto às aplicações do mercúrio, tem se observado que ainda é amplamente utilizado em processos industriais, no Brasil e em diversas partes do mundo. O amálgama dentário, cada vez menos usado, é constituído por uma mistura de metais geralmente nas proporções de 50% de mercúrio metálico, 35% de prata, 9% estanho, 6% de cobre e vestígios de zinco. Deste modo, é inserido nos dentes para cobrir os espaços vazios resultantes de cáries e adquire uma estrutura sólida em 30 minutos. Neste caso, a exposição ao mercúrio deve-se à libertação de pequenas partículas da amálgama por processos vulgares como a corrosão, a mastigação e a fragmentação (MMA/ ANVISA, 2010). O mercúrio pode ser ainda usado como conservante de vacinas, em cosméticos e sabões clareadores, e na forma de agrotóxicos. Estes usos estão proibidos no Brasil, sendo apenas permitido o uso de mercúrio como antisséptico, na forma de timerosal (etilmercúrio tiosalicilato de sódio) para conservação de algumas vacinas (MMA, 2014; Souza *et.al*, 2014).

Nos Estados Unidos da América (EUA), o mercúrio é amplamente utilizado em processos industriais tais como metalurgia e produção de cloro e soda assim como na odontologia, devido às suas propriedades físico-químicas.. A demanda anual nos EUA para o mercúrio diminuiu de 554 toneladas (~ 611 toneladas) no ano de 1991 a 436 toneladas (~ 481 toneladas) no ano de 1995. As mudanças mais significativas em relação ao consumo de mercúrio são a redução dramática no uso em tintas e baterias . Além disso, desde os anos 1980 e 1990 houve reduções significativas no uso de mercúrio em laboratórios, dispositivos de fiação e interruptores, e de medição e instrumentos de controle. Por outro lado, no Canadá, o mercúrio não é produzido comercialmente; a última mina de mercúrio canadense fechou no ano de 1975. A demanda para o mercúrio é atendida por importações dos Estados Unidos e foi estimada em 2,8 toneladas (~ 3,08 toneladas) no ano 1999. As principais utilizações de mercúrio estão em aparelhos elétricos, aplicações industriais e de controle de instrumentos. A

utilização de mercúrio na preparação eletrolítica de cloretos é menos difundida do que nos Estados Unidos . Enquanto lá foram 15 fábricas de cloro e álcalis ativas no Canadá desde a década de 1970, apenas um agora permanece atualmente em operação. O consumo em aplicações tais como a recuperação de ouro, produtos químicos industriais, tintas e pigmentos foi encerrada. No México, a maioria do consumo de mercúrio é de origem secundária, e está relacionada com a fabricação de cloro, lâmpadas, amálgamas e instrumentos dentários. O consumo de mercúrio no México no ano de 1996 foi estimado ser entre 30 e 33 toneladas (~ 27 e 30) toneladas (International Joint Commission, 2001).

3.1.4 Fontes de exposição

A contaminação por mercúrio pode ser geogênica ou antrópica. A principal fonte litogeoquímica está geralmente ligada à presença de depósitos hidrotermais na geologia regional, e ao intemperismo de rochas sulfetadas contendo cinábrio (HgS). Outras fontes naturais são as erupções vulcânicas e a volatilização de ambientes marinhos e aquáticos . Já as fontes antropogênicas mais importantes de emissão de mercúrio estão associadas à produção de energia por queima de combustíveis fósseis, principalmente carvão mineral, atividades industriais, como cimenteiras e metalurgia de não ferrosos, e incineração de resíduos urbanos. Outras fontes citadas se relacionam com o uso do mercúrio na fabricação de termômetros, barômetros, pilhas recarregáveis, lâmpadas fluorescentes, produtos cosméticos e farmacêuticos, catalisador na indústria cloro-soda, tintas, polpa de papel, produtos odontológicos, pesticidas, fungicidas e na mineração artesanal de ouro. Diferentes compostos de mercúrio são usados como antissépticos e diuréticos em medicina assim como conservante em vacinas como o timerosal (Rodrigues *et.al.*, 2011, Sarikaya *et.al.* 2010, Micaroni *et al.*, 2000, International Joint Commission, 2001).

A atividade humana, especialmente a mineração e a queima de carvão, tem aumentado a mobilização de mercúrio para o ambiente, elevando seus níveis na atmosfera, solos, águas doces e oceanos. A maioria dessas emissões antropogênicas de

mercúrio têm ocorrido desde 1800, associada a a revolução industrial baseada na queima de carvão, fundição de minério base de metal , e ouro corre em várias partes do mundo. Até certo ponto, os mesmos drivers das emissões de mercúrio e lançamentos continuam com base em combustíveis fósseis é uma loucura geração de energia o crescimento industrial e económico da Ásia e do Sul América, que por sua vez ajuda a impulsionar alta demanda por metais, incluindo ouro, estimulando artesanal e de pequena mineração escala de ouro (ASGM) em todo o mundo (UNEP, 2013).

Na elaboração de inventários de emissões de mercúrio, é importante distinguir diferentes Categorias de fontes. Três tipos principais de emissões e lançamentos podem ser distinguidos, cada um dos quais está brevemente apresentado aqui em termos qualitativos, com particular ênfase fontes antropogênicas. As fontes antropogênicas de emissões de mercúrio representam cerca de 30% da quantidade total de mercúrio na atmosfera a cada ano. Como encontrado em avaliações globais de mercúrio anteriores, a principais fontes de mercúrio atmosféricas são a queima de carvão, que é a mais significativa fonte antropogênica de emissões de mercúrio para a atmosfera; mineração, fonte associada ao uso intencional; atividades industriais com processos minerais para produzir vários metais como, fundição e produção de ferro e metais não ferrosos, setor muito importante em termos de emissões para a água; produção de cimento, na qual as emissões são oriundas da queima de combustíveis fósseis para aquecer os materiais necessários para fazer cimento e da presença do mercúrio nas matérias primas. Outra fonte antropogênica importante são os resíduos de produtos de consumo contendo mercúrio como baterias, tintas, interruptores, elétrica e dispositivos, termômetros, da pressão arterial eletrônico calibres, fluorescentes e lâmpadas economizadoras de energia, pesticidas, fungicidas, medicamentos e cosméticos. que podem acabar em aterros sanitários, mobilizando o mercúrio para o ambiente ou em incineradoras favorecendo as emissões atmosféricas. E por fim o amálgama dentário, também como fonte antropogênica, para enchimento de dentes (UNEP, 2013).

Quando os corpos são cremados, mercúrio em recheios podem ser emitidos. O mercúrio também pode ser emitida e liberado durante a produção e preparação de recheios e da alienação ou recheios removidos. Além disso, o mercúrio removido das

obturações pode ser reciclado ou como resíduo sólido ir para as águas residuais. É um importante fator de risco para as exposições ocupacional e ambiental. (UNEP, 2013).

A deposição de mercúrio na água é de grande preocupação para a saúde humana. Uma vez que entre na água por escoamento ou deposição do ar, o mercúrio pode ser transformado por microorganismos em sua forma mais tóxica, o metilmercúrio. A bioacumulação ocorre, prontamente, em peixes a níveis elevados, fazendo com que o consumo de peixe seja a via dominante para a exposição humana e dos animais selvagens ao metilmercúrio. Peixes e mamíferos marinhos são as fontes dominantes, principalmente sob a forma compostos de metilmercúrio (70-90 % do total) (UNEP, 2013).

As concentrações normais em tecido comestível de várias espécies de peixes podem variar de 50-1400 ng g⁻¹ de peso do pescado fresco, dependendo de fatores como o pH, potencial redox da água, e da espécie, idade e tamanho do peixe. Peixes predadores grandes, como o lúcio, truta e atum assim como focas e baleias dentadas contêm as maiores concentrações médias (Copeland *et.al.* 2007, WHO, 2000). Outras fontes importantes de emissão de mercúrio nos EUA são câmaras de combustão de resíduos urbanos e incineradores de resíduos médicos. Em 2003, foi observada no Estado do Novo México, EUA, a maior concentração atmosférica anual de mercúrio de 27,0 ng L⁻¹ (Copeland *et.al.* 2007).

Na América do Norte o principal contribuinte da emissão de mercúrio para a atmosfera são as grandes multinacionais e combustão de combustíveis fósseis. Há quatro categorias significativas como principal contribuinte das emissões de mercúrio na atmosfera nos Estados Unidos: incineração de resíduos médicos, empresas de energia elétrica a carvão, caldeiras industriais e comerciais e metalúrgica. No Canadá, as emissões são dominadas por produção primária do metal (International Joint Commission, 2001).

As emissões europeias de mercúrio de origem antropogênica para a atmosfera têm diminuído de cerca de 630 toneladas em 1990 (Pacyna , 1996) para 340 toneladas em 1995 e, cerca de 240 toneladas em 2000. As emissões antrópicas para a atmosfera diminuíram de cerca de 3600 toneladas / ano em 1980 para cerca de 2000 toneladas /

ano na segunda metade da década de 1990. Porém, acredita-se que aumentou substancialmente desde então, especialmente devido à crescente dependência da China em usinas de energia movidas a carvão (EEB, 2005).

Em áreas remotas da indústria, os níveis atmosféricos do mercúrio são cerca de 2-4 ng m⁻³ e, nas regiões urbanas cerca de 10 ng m⁻³. Isto significa que a quantidade diária absorvida pela corrente sanguínea a partir da atmosfera como resultado da exposição respiratória é de cerca de 32-64 ng em áreas remotas e cerca de 160 ng em áreas urbanas. Esta exposição ao mercúrio do ar exterior é marginal. No entanto, em comparação à exposição de amálgamas dentárias, dado que a absorção diária média estimada de vapor de mercúrio das obturações dentárias varia entre 3000 e 17 000 ng. Os seres humanos podem ser expostos a quantidades adicionais de mercúrio e até mesmo ocupacionalmente em áreas poluídas ou outras formas de mercúrio, como arila e compostos alcoxiarila amplamente usados como fungicidas (WHO, 2000).

Como fontes antropogênicas, no Brasil, encontramos geradores de eletricidade a carvão, Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs), refinarias, fábricas de adubos, lâmpadas de vapor de mercúrio, pilhas e extração do ouro. Por outro lado, cerca de 2000 a 3000 toneladas são libertadas anualmente para a atmosfera devido às atividades humanas, onde os incineradores de resíduos hospitalares e urbanos contribuem com cerca de 50% das emissões de mercúrio total para o ar. Essas fontes antropogênicas tornaram-se um contribuinte significativo para o mercúrio atmosférico. Compreendem as emissões da mineração e fundição de metais (mercúrio, ouro, cobre e zinco), da combustão do carvão, dos incineradores municipais, e das indústrias do setor cloro-soda. Também podem ser observados níveis elevados de mercúrio em atividades econômicas, como fábricas de cloro-soda, mineração de ouro, minas de mercúrio (cinábrio), fábricas e recicladoras de lâmpadas fluorescentes, fábricas de termômetros, fabricação de instrumentos científicos e equipamentos de controle elétrico, refinarias, clínicas dentais e fábricas de pilhas, sendo estas as principais fontes de exposição ocupacional. Além disso, o timerosal ainda é utilizado para a conservação de vacinas e imunoglobulinas, a um nível de 100 µg timerosal por injeção (Goyer & Clarkson, 2001; MMA, 2011, 2010; ANVISA, 2010, WHO, 2000).

Já a exposição acidental ao mercúrio elementar pode ocorrer por quebra de frascos contendo mercúrio, aparelhos médicos, barômetros e derretimento de restaurações de amalgamas (de ouro ou de prata). Em exposições acidentais, a inalação de grandes quantidades de vapor de mercúrio pode ser letal (Eaton & Klaassen, 2001).

A produção e o consumo mundiais de mercúrio estão se reduzindo ao longo dos últimos anos, segundo o relatório da “Global Mercury Assessment”, de 2002, pois o consumo mundial de mercúrio foi estimado em 1.800 toneladas, menos da metade do consumo observado na década de 80, quando variava entre 5.500 e 7.100 ton. Ainda segundo o relatório, o mercúrio comercializado provém da extração primária do cinábrio, cujo as maiores reservas minerais são encontradas em Almadén na Espanha, bem como da reciclagem, cuja principal fonte é a desativação de fábricas de cloro soda (UNEP, 2002).

3.1.5 Principais rotas de exposição humana

As principais rotas de exposição humana são a inalação e a ingestão, sendo que a principal forma de exposição da população humana não exposta ocupacionalmente é a dieta, em particular, o consumo de pescados contaminados por metilmercúrio (Bastos e Lacerda, 2004; Eaton & Klaassen, 2001).

As fontes de exposição humana a vapor de mercúrio metálico são a atmosfera geral e obturações dentárias. Em adultos, a quantidade diária absorvida pela corrente sanguínea a partir da atmosfera como resultado da inalação é de cerca de 32 ng em áreas rurais e cerca de 160 ng em áreas urbanas, assumindo concentrações rurais de 2 ng m^{-3} e concentrações urbanas de 10 ng m^{-3} (taxa de absorção de 80%). Dependendo do número de amálgamas, a absorção média diária estimada de vapor de mercúrio das obturações dentárias varia entre 3000 e 17.000 ng. Medições traqueais de mercúrio encontraram concentrações na faixa 1000-6000 ng m^{-3} durante a inalação e menos de 1000 ng m^{-3} quando os indivíduos respirava (WHO, 2000).

Na ingestão de alimentos, o mercúrio, agora em sua forma orgânica, ingressa no organismo humano, através do consumo de peixe, moluscos, entre outros organismos aquáticos. O mercúrio se concentra no tecido dos peixes, tornando-se cada vez mais potente em peixes predadores e mamíferos que se alimentam de peixes menores (MMA/ANVISA, 2010).

Variáveis como temperatura, enriquecimento orgânico e oxigênio dissolvido têm se mostrado aceleradores do processo de metilação do mercúrio (MMA/ANVISA, 2010). Outra rota de exposição que vem sendo cogitada, mas ainda carece de maiores estudos é a água potável. Mercúrio em água potável é geralmente na faixa de 5-100 ng L⁻¹, sendo o valor médio igual a 25 ng L⁻¹. As formas de mercúrio que ocorrem na água potável não estão bem estudadas, mas Hg⁺⁺ é provavelmente a espécie predominante, presente como complexos e quelatos com ligantes (WHO, 2000). A principal rota de exposição ocupacional ao mercúrio pode estar relacionado a processos industriais ou ao garimpo (Berlin, Zalups & Fowler, 2015).

3.1.6 Toxicocinética

A cinética e a biotransformação de mercúrio dependem da sua forma física e química. No que se refere ao mercúrio elementar (Hg⁰), aproximadamente 80 % de vapor de mercúrio inalado é absorvido através dos pulmões, pelas membranas alveolares e retidos no corpo. O valor retido é o mesmo se a inalação ocorre através do nariz ou da boca. Mercúrio elementar é fracamente absorvido no trato gastrointestinal (menos de 0,01 % em ratos), apesar do aumento dos níveis sanguíneos de mercúrio serem detectados em humanos após ingestão acidental de várias gramas de mercúrio metálico. Já a absorção pela pele é insignificante em relação à exposição humana a vapor de mercúrio. Em relação ao mercúrio inorgânico (Hg⁺) e (Hg⁺⁺), a deposição e absorção de aerossóis inalados de mercúrio inorgânico dependem do tamanho de partícula, solubilidade, etc. Cerca de 10 a 15 % do mercúrio inorgânico ingerido é absorvido pelo trato gastrointestinal em adultos. Já para o mercúrio orgânico, as informações sobre a retenção pulmonar de dimetilmercúrio gasoso e aerossóis de

monometilmercurio ainda são poucas. A partir de casos de intoxicação humana por inalação e da capacidade destes compostos mercuriais para atravessar rapidamente as membranas celulares, parece provável que um grande fração do alquilmercurial inalado seja absorvido pela corrente sanguínea. Os alquilmercuriais são quase completamente absorvidos no trato gastrointestinal e retido no corpo (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; WHO, 2000).

Uma vez inalado, o Hg é absorvido em sua maior parte (80%), é distribuído pelo sangue, acumulando em altas concentrações no cérebro e nos rins. O mercúrio se acumula também na pele, cabelo, fígado, glândulas salivares, testículos e nos intestinos, entretanto em menor quantidade (OPAS, 2011).

O mercúrio metálico atravessa facilmente as barreiras hematoencefálica e placentária. Sua meia vida no organismo pode variar de poucos dias até vários meses. Os órgãos que acumulam mercúrio por mais tempo são o cérebro, os rins e os testículos. A eliminação do mercúrio se dá, em pequena porção, por meio da exalação em forma de vapor pelas vias respiratórias. A maior quantidade é eliminada pelas fezes e urina, havendo, ainda, eliminação pelo suor, saliva, lágrimas e cabelo. A maior parte do mercúrio é excretado dentro de 60 dias. Entretanto, fração acumulada no cérebro pode demorar até um ano para ser eliminada (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; Haddad, 2015; MMA, 2014; OPAS, 2011).

Quanto ao mercúrio elementar (Hg°), após a exposição ao vapor de mercúrio o elemento é encontrado dissolvido no sangue. A distribuição pelos eritrócitos ocorre em grande parte devido às ligações com o grupamento tiol presente na molécula de hemoglobina. Já a distribuição pelo plasma sanguíneo ocorre devido às ligações com diferentes frações proteicas (WHO, 2000).

Rapidamente, o mercúrio elementar é oxidado à mercúrico nos eritrócitos, em uma reação catalizada pela enzima catalase. Assim, após uma exposição de curto prazo ao vapor de mercúrio, a concentração máxima de mercúrio nos eritrócitos acontece em menos de uma hora, enquanto que o pico dos níveis plasmáticos aparece após cerca de 10 horas. Antes de oxidação, Hg° prontamente atravessa membranas celulares, incluindo as barreiras hemato-encefálica e placentária. Os rins e cérebro são os

principais alvos para deposição de mercúrio após a exposição ao vapor de mercúrio. Os sais inorgânicos de mercúrio absorvidos são depositados principalmente nos rins. A entrada e / ou eliminação de mercúrio, após a exposição ao vapor de mercúrio, pode ser alterada por um consumo moderado de álcool, possivelmente devido à inibição da catalase. (WHO, 2000).

No caso do mercúrio inorgânico (Hg^+) e (Hg^{++}) os rins são o local predominante de acumulação. Embora esse acúmulo também ocorra nas mucosas do trato gastrintestinal, uma parte significativa é posteriormente eliminada sem ser absorvida e, portanto, não volta para a circulação (WHO, 2000).

Mercúrio divalente no sangue está dividido igualmente entre os eritrócitos e plasma. Nos eritrócitos, esse mercúrio provavelmente liga-se principalmente aos grupos sulfidrila na molécula de hemoglobina e, possivelmente, também a glutathiona. A distribuição entre as diferentes frações plasma-proteína varia de acordo com a dose e tempo de exposição. A espécie mercúrica penetra nas barreiras hemato-encefálica e placentária de forma limitada, mas se acumula na placenta, membranas fetais e líquido amniótico. A taxa de captação a partir do sangue e diferentes órgãos varia muito; o mesmo acontece com a taxa de eliminação dos diferentes órgãos. Logo, a distribuição do mercúrio no organismo e órgãos varia amplamente com a dose e tempo após a absorção. No entanto, o reservatório predominante de mercúrio no corpo após exposição ao mercúrio divalente é o rim (WHO, 2000).

Uma grande proporção do mercúrio no rins está solúvel e ligado a metalotioneína. Quanto ao mercúrio orgânico, a distribuição de metilmercúrio ocorre através da corrente sanguínea para todos os tecidos no corpo, a fase inicial se completa em cerca de 3 dias. O padrão de distribuição nos tecidos é muito mais uniforme do que após a exposição ao mercúrio inorgânico, com exceção dos glóbulos vermelhos, onde o concentração é de 10-20 vezes maior do que a do plasma. O metilmercúrio prontamente atravessa as barreiras hemato-encefálica e placentária (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; WHO, 2000).

O metilmercúrio é acumulado e concentrado no feto, especialmente no cérebro. Tal como com outras formas de mercúrio, os rins conservam a maior concentração no

tecido, embora a quantidade total de mercúrio depositado nos músculos possa ser maior. No cérebro, a razão de concentração é cerca de 5:1 em relação ao sangue. O metilmercúrio se acumula no cabelo no processo de formação de fios de cabelo e apresenta uma razão de concentração cerca de 250:1 em relação ao sangue de humanos no momento da sua incorporação no cabelo. O metilmercúrio sofre biotransformação para mercúrio inorgânico por desmetilação, especialmente no intestino (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; WHO, 2000).

Após a exposição de curto prazo ao vapor de mercúrio, cerca de um terço do mercúrio elementar (Hg^0) inalado será eliminado na forma inalterada através da expiração, enquanto que o restante será predominantemente eliminados pelas fezes. (WHO, 2000). Após a exposição a longo prazo (vários anos), aproximadamente quantidades iguais serão excretadas pela urina e fezes, sendo que a mais importante via de eliminação é a urina (Berlin, Zalups & Fowler, 2015; WHO, 2000). Os níveis sanguíneos podem servir como indicadores de exposição recente de vapor de mercúrio. No entanto, as concentrações de mercúrio na urina ou no sangue podem ser baixas logo após cessada a exposição, não obstante o fato de que as concentrações em órgãos críticos possam ainda estar elevadas. Por outro lado, os níveis de urina se correlacionam com a exposição a longo prazo. A excreção fecal nunca foi utilizada para o monitoramento biológico de vapor de mercúrio, e as concentrações no cabelo, provavelmente, refletem adsorção de Hg^0 da atmosfera e não os níveis sanguíneos. A excreção de mercúrio inorgânico (Hg^+) e (Hg^{++}), absorvido é principalmente através da urina e das fezes, sendo as taxas por cada via aproximadamente iguais. O tempo de meia vida total no organismo é cerca de 40 dias para adultos. Excreção do metilmercúrio é predominantemente através das fezes. O metilmercúrio é lentamente transformado em mercúrio inorgânico no intestino, e praticamente todo o mercúrio excretado está na forma inorgânica. A recirculação entero-hepática provavelmente explica a ausência de metilmercúrio nas fezes. A meia-vida total do metilmercúrio no organismo é geralmente entre 70 e 80 dias. O tempo de meia vida no cérebro é aproximadamente o mesmo do corpo todo, enquanto que este tempo no sangue é um pouco menor. A concentração de mercúrio no sangue total pode ser um indicador útil da carga corporal, embora o teor do metal nos eritrócitos seja mais específico para exposição ao metilmercúrio (WHO, 2000).

O mercúrio no cabelo, quando medido ao longo do comprimento de um fio de cabelo, também tem sido utilizado como um indicador dos níveis sanguíneos passados. No entanto, as concentrações de mercúrio no cabelo podem ser aumentadas pela ligação de mercúrio exógeno à superfície. Além disso, a exposição oral concomitante ao mercúrio inorgânico aumenta mais a concentração no sangue do que no cabelo (WHO, 2000). A excreção do metilmercúrio também pode ocorrer pelo leite materno, porém em pequenas proporções. A meia vida de uma população exposta a esses compostos é de 100 a 190 dias. Dos compostos organomercuriais, o metilmercúrio é o que em geral recebe maior atenção, uma vez que suas características toxicocinéticas o tornam especialmente tóxico para o organismo humano (OPAS, 2011). O composto tem um tempo de meia-vida curto no sangue, devido a uma rápida distribuição pelos compartimentos do corpo. A meia-vida no corpo é de apenas dois meses. Quase toda a quantidade absorvida é excretada por via urinária (Sarıkaya *et.al.*2010).

A toxicidade do mercúrio depende da forma como este se apresenta, sendo que os organomercuriais, especialmente aqueles com menor número de carbonos na cadeia,, são bem mais tóxicos do que as formas inorgânicas deste metal. No entanto, a interconversão entre as diferentes formas nos diversos compartimentos ambientais, associada a sua baixa tolerância pelos organismos vivos motivaram um grande número de estudos envolvendo seus efeitos biológicos na biota em geral, seu comportamento químico no meio ambiente, sua determinação e especiação, assim como, métodos de tratamento e disposição de seus compostos (Micaroni, 2000).

Cada forma química do mercúrio apresenta toxicidade distinta e intrínseca a diferentes sistemas biológicos. Entre todas o metilmercúrio tem sido considerado como a mais preocupante à saúde humana, por ser neurotóxico e teratogênico (Rodrigues *et.al.*, 2011). A patofisiologia da toxicidade do mercúrio é diretamente relacionada com a sua ligação covalente aos grupos tiol das diferentes enzimas celulares nos microsomas e na mitocôndria, o que leva à interrupção do metabolismo e da função celular. Como as proteínas que têm grupos tiol existem tanto nas membranas extracelulares, como nas intracelulares e ainda nas organelas e, uma vez que estes grupos representam uma parte integral na estrutura ou função da maioria das proteínas,

o alvo exato para o mercúrio não é facilmente determinado, isto se realmente houver um alvo específico (OPAS, 2011).

3.1.7 Avaliação da exposição

A monitorização da exposição é um procedimento que consiste em uma rotina de avaliação e interpretação de parâmetros biológicos e/ou ambientais com a finalidade de detectar os possíveis riscos à saúde, antes que uma doença ou intoxicação se instale. A exposição pode ser avaliada pela medida da concentração do agente químico em amostras ambientais, como o ar (monitorização ambiental), ou através da medida de parâmetros biológicos (monitorização biológica), denominados indicadores biológicos ou biomarcadores. A monitorização biológica da exposição aos agentes químicos, significa a medida da substância ou seus metabólitos em vários meios biológicos, como sangue, urina, ar exalado e outros. O biomarcador compreende toda substância ou seu produto de biotransformação, assim como qualquer alteração bioquímica precoce, cuja determinação nos fluidos biológicos, tecidos ou ar exalado avalie a intensidade da exposição e o risco à saúde. Podem ser usados para vários propósitos, dependendo da finalidade do estudo e do tipo da exposição química. Podem ter como objetivos avaliar a exposição ou a quantidade absorvida ou dose interna; avaliar os efeitos das substâncias químicas; e avaliar a suscetibilidade individual. A utilização destes biomarcadores pode ter como finalidade elucidar a relação causa-efeito e dose-efeito na avaliação de risco à saúde para fins de diagnóstico clínico e para fins de monitorização biológica, realizada de maneira sistemática e periódica (Amorim, 2003).

A significância de avaliações individuais e coletivas desses indicadores está na possibilidade de identificar aqueles que possam servir ao monitoramento de danos precoces, principalmente em nível celular. Nesse sentido, a identificação de indicadores de exposição é importante auxiliar da epidemiologia em programas de vigilância à saúde (Augusto & Freitas, 1998).

As exposições humanas aos contaminantes químicos podem ser estimadas pela quantificação dos níveis de contaminantes em vários tecidos do corpo. Essas medidas também são conhecidas como marcadores biológicos ou biomarcadores, sendo consideradas ferramentas úteis para a vigilância em saúde e avaliação da exposição humana aos contaminantes químicos. Os meios biológicos mais usados como biomarcadores para exposição ao mercúrio em seres humanos são: sangue, cabelo e urina. Entretanto, outros meios também podem ser utilizados como: sangue do cordão umbilical, leite humano e unhas dos pés, dependendo do objetivo da investigação (Goyer & Clarkson, 2001).

A presença de mercúrio no sangue indica a exposição recente ou atual ao mercúrio. Existe uma relação direta entre as concentrações de mercúrio no sangue humano e consumo de peixes contaminados com metilmercúrio. Normalmente, a concentração de metilmercúrio no sangue atinge um máximo dentro de 4 a 14 horas e passa por depuração do sangue para outros tecidos do corpo depois de 20 a 30 horas. A Organização Mundial de Saúde considera a concentração normal média de mercúrio total no sangue entre 1 a 8 $\mu\text{g L}^{-1}$ em indivíduos com ausência de consumo de peixes contaminados (Rempe, *et. al.* 2010).

O cabelo sequestra o metilmercúrio durante a sua formação e mostra uma relação direta com os níveis de mercúrio no sangue, fornecendo um método preciso e confiável para medir os níveis de metilmercúrio no organismo. O cabelo é a escolha preferida para muitos estudos, pois proporciona uma amostragem simplificada e não invasiva para estimar a exposição de médio à longo prazo ao metilmercúrio. Uma vez incorporado no cabelo, o mercúrio não volta para o sangue, portanto, caracterizando-se como um bom marcador de longo prazo de exposição ao metilmercúrio. Mercúrio total no cabelo é de aproximadamente 250 a 300 vezes maior que a concentração de mercúrio no sangue no momento em que o cabelo é formado. O nível normal de mercúrio no cabelo é de 1-2 $\mu\text{g g}^{-1}$, entretanto, pessoas que consomem peixe uma ou mais vezes por dia podem ter níveis de mercúrio no cabelo superiores a 10 $\mu\text{g g}^{-1}$ (OPAS, 2011).

Já a presença de mercúrio na urina geralmente indica exposição a compostos inorgânicos e/ou mercúrio elementar. Níveis de mercúrio na urina são considerados a

melhor medida de exposições crônicas a vapores inorgânicos de mercúrio ou mercúrio elementar, pois o mercúrio na urina é utilizado para indicar os níveis de mercúrio presentes nos rins (OPAS, 2011).

3.1.8 Mercúrio no Ambiente

As principais fontes de contaminação do solo por mercúrio são: poeira, a extensiva deposição de lama de esgotos e o uso, na agricultura, de fungicidas a base de mercúrio. O mercúrio no solo se apresenta em três diferentes estados: Hg^0 , Hg^+ e Hg^{2+} . Geralmente o mercúrio no solo se encontra fortemente adsorvido à matéria orgânica, óxidos de ferro e argilas minerais. Na superfície terrestre, o mercúrio é depositado no solo e em ambientes aquáticos. No solo, o tempo de retenção é longo, resultando em acúmulo desse elemento, o que pode acarretar seu lançamento nas águas, por meio de escoamento, lixiviação e erosão. No meio aquático, o mercúrio pode ser encontrado na água propriamente dita e nos sedimentos. Sua remoção pela lixiviação é comum em solos ácidos e a evaporação como mercúrio metálico é comum em solos neutros. Ao atingirem os ambientes aquáticos, as espécies inorgânicas do mercúrio podem sofrer reações mediadas, principalmente, por micro-organismos, que alteram seu estado inicial, resultando em compostos organomercuriais como o metilmercúrio, mais tóxico do que as espécies inorgânicas. O metilmercúrio é facilmente absorvido por peixes e outros animais aquáticos, o que leva à deposição dessa substância nos tecidos, acumulando-se ao longo do tempo e atingindo, na cadeia biológica (Hacon, 2012, Tinoco, 2010).

Mercúrio em crosta terrestre pode ser emitido e lançado de várias maneiras para o ar, água e terra. O intemperismo natural de rochas que contêm mercúrio é contínuo e onipresente, permitindo que o mercúrio possa escapar para o ar e ser lavado para lagos e rios. Vulcões emitem e liberaram o mercúrio quando entram em erupção. A atividade geotérmica também pode tomar o mercúrio subterrâneo, emití-lo para a atmosfera e liberá-lo para os oceanos profundos. Alguns modelos recentes do fluxo de mercúrio através do ambiente sugerem que as fontes naturais são responsáveis por cerca de 10 %

dos cerca de 5.500-8.900 toneladas de mercúrio atualmente a serem emitidos e reemitidos para a atmosfera a partir de todas as fontes (UNEP, 2013).

Os níveis de mercúrio na parte inferior da troposfera do hemisfério norte estão agora estimados em 2 ng m^{-3} . Níveis na parte superior troposfera são apenas ligeiramente inferiores, mas poucas medições têm sido relatadas. Em áreas de Europa com pouca atividade industrial, como zonas rurais do sul da Suécia e Itália, apresentam concentrações de mercúrio total na atmosfera na ordem de $2\text{-}3 \text{ ng m}^{-3}$ no verão e $3\text{-}4 \text{ ng m}^{-3}$ no inverno. As médias das concentrações de mercúrio no ar urbano são normalmente superiores, por exemplo, um valor de 10 ng m^{-3} tem sido relatado em Mainz, na Alemanha, e em uma área urbana da Itália. Na mesma área urbana da Itália, o intervalo foi de $2\text{-}3 \text{ ng m}^{-3}$. Na União Europeia, as seguintes faixas para o mercúrio atmosférico foram encontradas em áreas remotas $0.001\text{-}6 \text{ ng m}^{-3}$, áreas urbanas $0,1\text{-}5 \text{ ng m}^{-3}$ e áreas industriais $0,5\text{-}20 \text{ ng m}^{-3}$ (WHO, 2000).

Foram relatados pontos cruciais de concentração de mercúrio na atmosfera perto de áreas onde fungicidas contendo mercúrio têm sido amplamente utilizados. Em Fujimura, níveis de ar relatados chegam a $10\ 000 \text{ ng m}^{-3}$, próximo a campos de arroz, onde fungicidas mercúrio tinham sido utilizados e, valores de até 18.000 ng m^{-3} próximo à uma estrada movimentada no Japão. Valores no ar podem subir para $600 \text{ e } 1500 \text{ ng m}^{-3}$ perto de minas de mercúrio e refinarias. Há poucos dados disponíveis sobre a especiação de mercúrio na atmosfera, mas, é geralmente assumido que o vapor de mercúrio metálico é a forma predominante (WHO, 2000).

As emissões de mercúrio para a atmosfera atingiram seu pico na década de 1950 a 1970 e, posteriormente, diminuiu devido a reduções na Europa, Rússia e Norte América. Tendências das emissões não são claras, devido a alterações em métodos empregados para produzir inventários e diferenças nos setores que foram contabilizados em épocas diferentes. Existem, porém, algumas indicações que as emissões podem estar subindo novamente, com aumentos da Ásia Oriental. Leste e Sudeste Asiático são responsáveis por cerca 40% das emissões antropogênicas globais. Sobre 75 % do mercúrio a partir desta região vem China, que é cerca de um terço do global total. estimativas aumento das emissões resultantes do ASGM , em grande parte resultado de novos dados obtidos e melhoria da informação , significa que a América do Sul e África

Subsaariana também são responsáveis por uma maior proporção de emissões globais do que era anteriormente assumida (UNEP, 2013).

Libertações antropogênicas de mercúrio para ambientes aquáticos contribuem com centenas de toneladas desse metal. A hidrologia é o fator mais importante no transporte de mercúrio proveniente de captações de ambientes jusante. Atinge o oceano aberto, é capturada em sedimentos nas barragens, em estuários e próximo da costa. Mudanças na cobertura e uso da terra podem ter um grande efeito sobre a mobilização de mercúrio, como a lixiviação de solos expostos carreando mercúrio para o lençol freático e outros corpos hídricos aumentando a quantidade de mercúrio em muitos compartimentos ambientais (UNEP, 2013).

Alguns corpos hídricos com características favoráveis à mobilização do mercúrio e sua organificação merecem atenção especial por parte dos pesquisadores dos gestores ambientais. Sistemas aquáticos com características como subanoxia, anoxia, baixo pH, elevada concentração de matéria orgânica dissolvida, devem ser preservados e evitadas quaisquer interferências humanas em suas drenagens, pois os efeitos tóxicos do mercúrio podem ser ampliados. Rios de água preta, como o Rio Negro na Amazônia, normalmente apresentam elevados níveis de mercúrio, assim como a sua biota. Também processos de eutrofização resultantes de lançamento de esgotos em corpos hídricos, podem ser críticos por criar condições que potencializam efeitos de substâncias tóxicas pois elas se tornam mais solúveis e biodisponíveis (Lacerda & Malm, 2008).

As concentrações de mercúrio em animais marinhos do Ártico hoje são cerca de 10-12 vezes maior do que na era pré industrial, ou seja, antes de 1800. Isso significa que, em média, cerca de 92 % do mercúrio em predadores marinhos, como as aves marinhas, focas, e baleias é de origem antropogênica. As elevadas concentrações de mercúrio em aves marinhas no Mar da China do Sul parecem ser mais recentes do que os aumentos do Ártico, coincidindo com o aumento da industrialização no Leste e Sudeste Asiático. Os oceanos superiores a 100 metros têm o dobro do mercúrio que há um século (UNEP, 2013).

Oceanos intermediários e de águas mais profundas têm 10-25% mais mercúrio em média, refletindo o transporte lento do mercúrio para o fundo nos oceanos. As

concentrações de água salgada mostram, lentidão na resposta a alterações em entradas de mercúrio da deposição atmosférica e fluxo do rio. Como resultado, as concentrações de mercúrio na biota marinha são susceptíveis ao aumento lento por décadas a séculos, mesmo sem um aumento nas emissões atmosféricas. Em ecossistemas de água doce, deposição atmosférica e remobilização de solos retardam a redução dos níveis de mercúrio, mesmo em regiões onde concentrações atmosféricas têm diminuído devido a controles de emissão. Novos aumentos das emissões atmosféricas terão consequências a longo prazo para a pesca comercial e todos os consumidores de alimentos marinhos e de água doce (UNEP, 2013).

3.1.9 Redução de fontes e de situações de exposição

O Ocidente está prestes a experimentar um aumento da poluição por mercúrio ao longo dos próximos dez anos, levando em conta que novas usinas de carvão entrem em operação. Terá que enfrentar desafios de controle ambiental sem precedentes pois além da criação de novas usinas, as centrais de carvão existentes estão previstas para operar com taxas de utilização mais elevadas em resposta à crescente procura de eletricidade, aumentando descargas totais de mercúrio (Copeland *et.al.* 2007).

Devido à sua persistência, bioacumulação e natureza tóxica, a gestão do mercúrio representa um risco para o ambiente que deve ser abordada e minimizada sempre que possível. Reduzir exposição ao mercúrio pode ser realizada pela redução na fonte, minimizando usos que dispersar o material para o meio ambiente, e desviando e recuperando produtos, contendo mercúrio, antes do descarte. Enquanto regulamentos de uso e estratégias de descarte de resíduos são necessárias, uma forma eficaz e econômica seria, sempre que possível, produtos contendo mercúrio serem substituídos por produtos que contenham materiais menos perigosos (Galligan *et.al.* 2007).

No que se refere aos métodos de tratamento e descarte do mercúrio, a minimização, o reuso e a reciclagem de compostos de mercúrio, estão sendo cada vez mais enfatizados, seja por razões legais, econômicas ou ecológicas. Desta forma, muitos dos produtos de uso doméstico contendo este metal estão tendo sua tecnologia

desenvolvida de maneira a reduzir a quantidade de mercúrio utilizada ou alterar sua forma química para minimizar o seu impacto ambiental. O tratamento clássico de precipitação com sulfeto continua sendo utilizado, mas novas técnicas de tratamento vêm sendo estudadas como a fotorredução catalítica, a amalgamação com selênio e a redução eletrolítica. A dessorção térmica e a complexação com diversos complexantes vêm sendo aplicadas não só para a remediação de solos, mas também para o tratamento de resíduos contendo compostos de mercúrio. Para os organomercuriais, deve-se proceder uma oxidação ou hidrogenação antes do tratamento para remoção do mercúrio, e a incineração também pode ser empregada em alguns casos específicos. Já para a disposição final, apesar de aterros e encapsulamento por cimentação ainda serem utilizados, o encapsulamento por vitrificação parecer ser mais recomendado, uma vez que esta técnica reduz as emissões de mercúrio para o meio ambiente (Micaroni, *et.al.*, 2000).

Também ações de educação pública em envenenamento e os potenciais riscos do mercúrio são de vital importância preventiva para a saúde da comunidade (Sarikaya *et.al.*2010).

Em junho de 2006, o Comitê Científico de Neurotoxicologia e Psicofisiologia e a Comissão Científica de Toxicologia dos Metais, da Comissão Internacional de Saúde Ocupacional (ICOH) convocou um Workshop Internacional sobre Metais Neurotóxicos, entre eles o mercúrio na Universidade de Brescia, que contou com a participação de cientistas e médicos de 27 países. As estratégias para reduzir a exposição ao mercúrio recomendado pela Oficina Brescia foram as seguintes: todos os usos industriais, processos de reciclagem, devem ser revistas em todas as nações, e os usos não essenciais devem ser eliminados e a liberação controlada; emissões de mercúrio das usinas de energia movidas a carvão precisam ser abreviados; todas as plantas de produção de alcalinos em todo o mundo devem ser urgentemente convertidos em tecnologias alternativas que não são baseados sobre o mercúrio, e lojas de mercúrio e de seus resíduos devem ser depositados com segurança; a mineração de ouro com mercúrio deve ser controlada com diretrizes de segurança e tecnologias alternativas devem ser estimuladas; orientações dietéticas eficazes e meios culturalmente adequados para limitar o consumo feminino de peixe contaminado com metilmercúrio. Levando-se em

conta os teores de nutrientes e disponibilidade, uma alimentação saudável deve ser recomendada com peixes e frutos do mar contendo níveis mínimos de contaminação (Landrigan et.al., 2006).

O Brasil vem desenvolvendo algumas atividades no sentido de se diminuir a utilização do mercúrio. Em 2004, a Delegacia Regional do Trabalho do Estado de São Paulo iniciou um Programa Nacional para Eliminação do Mercúrio (PRONAEM), com o objetivo de vistoriar as empresas em todo território nacional que usam o mercúrio em suas atividades e disciplinar a emissão deste metal tóxico, volátil a temperatura ambiente e eliminar onde não se consiga a efetiva proteção do meio ambiente do trabalho e com isso a saúde dos trabalhadores (Brasil, MMA, 2010).

Em 2008, a Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo criou o Prêmio Amigo do Meio Ambiente, como um incentivo à propagação e divulgação de ações pioneiras e bem sucedidas de cuidado com o Meio Ambiente, desenvolvidas dentro de hospitais ou órgãos ligados à Secretaria. Nesta 1ª edição, foram 21 premiados. A entrega aconteceu durante o I Seminário Hospitais Saudáveis, promovido pelo Centro de Vigilância Sanitária de São Paulo. Em 2010, também o Estado de São Paulo publicou uma resolução que proíbe a compra e uso de termômetros e medidores de pressão que contenham mercúrio em 50 hospitais públicos geridos pelo sistema estadual, assim como centenas de unidades de saúde menores, a partir de 2012 e passou a restringir a utilização de amálgamas dentárias (Haddad, 2015).

O Ministério do Meio Ambiente do Brasil, em 2013, alertou que a conscientização do setor industrial cloro-álcali é paulatinamente avaliada, e que as indústrias brasileiras, que produzem cloro para fabricação de produtos de limpeza, vem substituindo o mercúrio pelas chamadas membranas. Na área de saúde, o País também vem eliminando pouco a pouco o uso do metal: o mercúrio não integra mais, por exemplo, a fórmula de medicamentos como os antissépticos. O Ministério da Saúde, discute e defende a substituição de uso do metal em equipamentos e medidores, como termômetros e outros, e em amálgamas dentárias, em que é largamente usado.

Informações de uma nota técnica do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) mostra que, entre julho de 2010 e julho de

2011, da quantidade de mercúrio que o Brasil importou, 47% foi destinado ao setor cloro-álcali para produção do cloro e 43% (cerca de cinco toneladas), para fabricação de amálgama dentário. A perspectiva do governo brasileiro é a de que surjam ainda soluções para a substituição ou redução do mercúrio na mineração artesanal de ouro. Na área da saúde, pretende-se substituir o timerosal, que tem o mercúrio como um dos seus principais componentes e é usado como conservante em alguns medicamentos e em vacinas multidoses (MMA, Portal Brasil 2014).

Nos Estados Unidos, o mercúrio é controlado de diversas formas: a Agência de Proteção Ambiental (EPA) controla o teor de mercúrio em pesticidas e a emissão para o ambiente através do ar, água e disposição em aterros; a Administração de Alimentos e Medicamentos (FDA) controla o teor de mercúrio em cosméticos, alimentos e produtos odontológicos e a Administração de Segurança Ocupacional e Saúde (OSHA) rege a exposição ao mercúrio em locais de trabalho (Micaroni, *et.al.*, 2000).

Fontes antropogênicas vão continuar a representar uma parte mais substancial do total de emissões. Mesmo com uma ampla definição de fontes naturais a redução de emissões de mercúrio provenientes de fontes antropogênicas deve continuar a ser perseguida de forma agressiva. Devido aos processos atmosféricos e de deposição do mercúrio serem muito complexos, é necessária uma maior investigação para melhor compreender a cinética química, a interação com outros poluentes e espécies, e subsequentes impactos oriundos do transporte e deposição. Os métodos não tecnológicos precisam ser abordados, incluindo a conservação de energia ou a redução de produção de eletricidade das usinas geradoras a partir do uso de carvão, assim como a proibição de produtos contendo mercúrio. Emissões de mercúrio provenientes da incineração de resíduos são 85% Hg^{2+} e 15% Hg^0 . Oitenta por cento (80 %) nas reduções têm sido demonstrado ser viável para este setor (International Joint Commission, 2001).

Ações de controle ambiental no uso do mercúrio reforçam a necessidade de estabelecer metas agora para continuar e fortalecer os esforços internacionais no sentido de se reduzir as emissões de mercúrio atuais e os próximos lançamentos. Atrasos nas ações de agora conduzirão inevitavelmente à uma recuperação lenta dos ecossistemas

mundiais no futuro quanto à contaminação por mercúrio, deixando um maior legado de poluição para as gerações futuras (UNEP, 2013).

3.1.10 Tratado Global para Eliminação do Mercúrio – Convenção de Minamata

Somente no ano de 2009, foi elaborado um instrumento jurídico e global sobre o uso do mercúrio. Ocorreram cinco sessões do Comitê Intergovernamental de Negociação nas cidades de Estocolmo, China, Nairobi, Punta del Este e Genebra, para que, em 2013 fosse elaborado o texto da Convenção de Minamata sobre o Mercúrio, e em janeiro de 2013, fosse aprovada na Conferência de Plenipotenciários, conferência diplomática ocorrida em Kumamoto, Japão, em 10 de outubro de 2013 e aberta à assinatura. A Convenção de Minamata, é um tratado global para proteger a saúde humana e o ambiente dos efeitos adversos do mercúrio. O Brasil e mais 127 países assinaram a convenção em 2013 que já sofreu 25 ratificações dos países signatários, entre eles Djibouti, Gabão, Guiné, Guiana, Lesotho, Mônaco, Nicarágua, Ilhas Seychelles, Emirados Árabes Unidos, Estados Unidos, Uruguai e Madagascar. Os países que aderirem terão, as atividades ligadas ao mercúrio, vinculadas à um pacto global, visando a redução do uso do metal (Haddad, 2015; UNEP, 2015; MMA, Portal Brasil 2014; UNEP, 2013).

Importante destacar que a cidade de Kumamoto foi escolhida para sediar a conferência, porque está próxima à cidade de Minamata, onde ocorreu o desastre que culminou na contaminação da população com mercúrio na década de 1950, durante o desenvolvimento industrial da região. Foi estimado que cerca de 150 toneladas da substância foi despejada na baía, o que contaminou água, peixes e frutos do mar, alimentos que eram a base da alimentação da população da região. Depois do ocorrido em Minamata, somente em 1997, o governo japonês declarou que os níveis de mercúrio estavam seguros para o consumo humano dos alimentos proveniente dos rios e mares regionais (MMA/Portal Brasil 2014).

A Convenção chama a atenção para um metal global e onipresente que, tem amplos usos em objetos do cotidiano e é liberado para a atmosfera, solo e água a partir

de inúmeras fontes. O controle das emissões antropogênicas de mercúrio ao longo de seu ciclo de vida tem sido um fator-chave na definição das obrigações decorrentes da Convenção. Os principais destaques da Convenção de Minamata incluem a proibição de novas minas de mercúrio, a eliminação progressiva das já existentes, redução da utilização de mercúrio em produtos e processos, medidas de controle sobre emissões para a atmosfera e sobre emissões para o solo e água, e da regulamentação internacional do setor informal para mineração artesanal e de ouro em pequena escala. A Convenção também aborda o seu armazenamento temporário e sua disposição, uma vez que se transformam em resíduos de locais contaminados por mercúrio que também podem gerar problemas de saúde (UNEP, 2015).

A discussão mundial sobre a eliminação do mercúrio avançou no século XXI e em 2014, realizou-se a sexta sessão do Comitê Intergovernamental de Negociações sobre o mercúrio, INC6 de 3 a 07 de novembro de 2014, nas instalações da Comissão Econômica e Social das Nações Unidas para a Ásia e o Pacífico, ESCAP em Bangkok, Tailândia (Haddad, 2015).

A Convenção de Minamata sobre Mercúrio estabelece diretrizes e obrigações, sobre: controle de fontes e comércio de mercúrio, incluindo o banimento da mineração primária da substância; medidas para o controle e a redução de emissões e liberações de mercúrio ao meio ambiente; eliminação ou redução do uso do mercúrio em determinados produtos e processos industriais, bem como o manejo sustentável de resíduos de mercúrio; elaboração de planos nacionais para a redução do uso de mercúrio na mineração de ouro artesanal e em pequena escala (garimpo) e promoção da cooperação internacional em temas relacionados à matéria, inclusive por meio de recursos financeiros a países em desenvolvimento. Visa o banimento de novas minas de mercúrio e prazo de 15 anos para fechamento das atuais, que somente poderão comercializar mercúrio para usos estritamente permitidos (MMA, Portal Brasil 2014).

De acordo com o tratado, até 2020, o mercúrio deverá ser eliminado de baterias, pilhas, lâmpadas, cosméticos, pesticidas e outros materiais. As normas para reduzir as emissões atmosféricas do metal incluem práticas ambientais e as melhores técnicas disponíveis para novos empreendimentos. No caso das instalações já existentes, será necessário estabelecer metas de diminuição. Além disso, a Convenção, estabelece a

obrigação das partes de desenvolver e implementar um Plano de Ação Nacional, com medidas de controle do metal para comércio legal e ilegal e uso nos garimpos; a adoção de estratégias para promover redução de exposição, liberações e emissões, comércio e uso; medidas para assegurar que o mercúrio e seus compostos estocados serão usados apenas para os usos permitidos na Convenção; gerenciamento ambientalmente saudável dos resíduos; transporte de resíduos permitido apenas para disposição; medidas baseadas em guias relevantes sobre estocagem interina desenvolvidos pela Convenção da Basiléia. Da mesma forma, devem ser desenvolvidas estratégias apropriadas para identificação, avaliação, priorização, gerenciamento e remediação de sítios contaminados por mercúrio. Quanto às questões que envolvem a saúde humana a Convenção estabelece que as Partes, devem promover o desenvolvimento e implementação de estratégias e programas para identificar e proteger populações vulneráveis e em risco; promover educação, programas preventivos e ocupacionais e promover serviços de saúde adequados para prevenir, diagnosticar, tratar e monitorar exposição ao mercúrio e seus compostos e estabelecer capacidade institucional para esses serviços (UNEP, 2013; FUNDACENTRO, 2013).

3.2 Comunicação de Risco

Como tecnologia de controle de riscos, a comunicação de riscos surgiu nos Estados Unidos na década de 80, como uma estratégia estruturada, para lidar com os riscos ambientais e ocupacionais, desenvolvida por indústrias e órgãos governamentais. Surgiu com o objetivo de informar sobre os riscos à segurança e à saúde aos quais as pessoas estavam expostas. Em sua origem, era voltada para situações que envolvessem acidentes em grandes empresas, afetando dramaticamente populações e meio ambiente. Portanto, envolvia situações emergenciais. Nos países em desenvolvimento, a comunicação de risco apareceu, em meio à análise da sociedade, como uma necessidade de processo de regulamentação sanitária para proteger a população e promover os seus interesses sanitários e ambientais (Rangel, 2007).

É definida por seus idealizadores como um processo interativo, de troca de informações entre indivíduos, grupos e instituições, e reconhecida como um campo de aplicação ou intervenção, que opera com metodologias múltiplas, combinando pesquisa de opinião e de percepção de risco, grupos focais, análise de conteúdo, pesquisas, entrevistas individuais e testes de mensagens. Envolve atividades de ouvir e não só de falar, veicula respostas às preocupações, opiniões, emoções e reações de vários atores sociais interessados no risco, de modos distintos em dialogar sobre a natureza do risco e as decisões para sua minimização ou controle (Rangel, 2007).

A literatura anglo-saxônica distingue comunicação do risco (risk communication), comunicação de crise (crisis communication) e comunicação do risco em situações de crise e de emergência (crisis and emergency risk communication). A comunicação da crise aplica-se tipicamente a organizações que enfrentam um acontecimento inesperado com possíveis repercussões na sua reputação ou viabilidade. Por outro lado, a comunicação do risco em situações de crise e emergência integra a urgência da comunicação do desastre (ou da crise) com a necessidade de comunicar riscos e benefícios às partes interessadas. Distingue-se da comunicação da crise pelo fato da participação do comunicador no acontecimento adverso se limitar a participar como agente-perito da resolução da situação (postevent participant) e não como participante da crise (Almeida, 2007).

Nos meios de comunicação de massa, a comunicação de risco pode tomar formas diferentes: temática, implícita, normal ou de crise. Quando se aborda um risco com um ar de normalidade, pode-se considerar, então, como uma comunicação de risco temática, tipo bastante comum em reportagens jornalísticas investigativas. A comunicação de risco considerada implícita se dá quando o risco é tratado de maneira não intencional. Por fim, o terceiro e último modo de expressão da comunicação de risco se divide em duas possibilidades: normal ou de crise. A normal é intermediária às situações de crise, e a comunicação de risco de crise é a que acontece exatamente na crise. Essas duas formas possuem uma relação muito aproximada não só porque uma é conceitualmente o contrário da outra, mas também porque, após um pico informativo de situação de crise, é possível vivenciar um novo momento próximo da normalidade (Jacobsen, 2015).

Alguns exemplos de comunicação de risco tem sido divulgados em meios eletrônicos, o que permite mais facilmente o acesso por parte de técnicos e população em geral, como por exemplo a cartilha “Degradação Ambiental, Mercúrio e Saúde no Tapajós”, produzida em 2008, pela Université du Québec à Montréal (Canadá) em parceria com a Universidade de Brasília (Brasil); a cartilha com as principais ações em vigilância sanitária do Município de Ribeirão Preto, São Paulo, produzida em 2013 que traz orientações sobre o descarte de mercúrio residual de atividades odontológicas; a cartilha do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos produzida pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2014, com orientações sobre a destinação ambientalmente correta de pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes, contendo mercúrio em sua composição, assim como outros metais e o trabalho sobre “comunicação de risco: mercúrio”, produzido em 2014, pela universidade do Porto, Portugal.

3.2.1 Risco

Risco é a caracterização científica sistemática dos efeitos adversos à saúde, resultantes da exposição a agentes químicos ou físicos, ou exposição à situações perigosas (Faustman & Omenn, 2001).

O termo “risco” traduz a probabilidade estatística de que se produzam efeitos adversos ou danos por exposição a um agente tóxico, em virtude das propriedades inerentes ao mesmo, bem como das condições de exposição. Nem sempre a substância de maior toxicidade é a que oferece maior risco para o homem. A existência de risco associado ao uso de uma substância química, determina a necessidade do estabelecimento de condições de segurança. Portanto, define-se como segurança, a certeza de que não haverá efeitos adversos para um indivíduo exposto a uma determinada substância, em quantidade e forma recomendada de uso. Quando se fala em risco e segurança, significa a possibilidade ou não da ocorrência de uma situação adversa. No entanto, não é fácil estabelecer o que é um risco aceitável no uso de substância química. Esta decisão é bastante complexa e envolve o binômio risco-benefício. Para determinação de um risco aceitável, na utilização das substâncias químicas para diversos fins, devem ser considerados a necessidade de uso da substância, disponibilidade e adequação de outras substâncias alternativas para uso correspondente, efeitos sobre a qualidade do ambiente e conservação dos recursos naturais, considerações sobre o trabalho (no caso de ser usada em ambiente de trabalho), avaliação antecipada de seu uso público (ou seja, o que ela poderá causar sobre a população em geral) e considerações econômicas (Turini, 2014).

Pode-se dizer, em face das abordagens existentes sobre os riscos que eles se dividem em objetivos e subjetivos. Os riscos objetivos são aqueles estimados a partir de cálculos estatísticos e metodologias quantitativas, enquanto os riscos subjetivos são os avaliados com base em julgamentos intuitivos (Nardocci, 2002).

Avaliando as características do mercúrio como poluente global e as possibilidades desse metal atingir as populações por meio da cadeia alimentar, os riscos à saúde e ao meio ambiente são considerados mais graves e perigosos, quando as pessoas, de modo geral, estão expostas ao metal e não são capazes de analisar e enfrentar adequadamente, de modo a poder intervir em suas origens mais profundas. Do mesmo modo, por vezes, abordagens técnicas utilizadas para compreensão e prevenção dos riscos não são capazes de perceber aspectos essenciais do problema em foco, o que acaba por prejudicar e inviabilizar as ações desenvolvidas. Os riscos ambientais gerais possuem uma natureza extensiva, pois afetam as pessoas nos locais onde vivem e

circulam, e interagem com territórios e ecossistemas mais amplos. Como exemplo de risco extensivo são citadas as várias formas de poluição ambiental, disseminadas no ambiente pelos sedimentos, água, solo, ar e alimentos, podendo se concentrar ou atingir determinadas populações, que acabam por se contaminarem nos locais em que vivem e transitam, ou pela alimentação (Porto, 2012).

A determinação das áreas de risco no âmbito local, dependendo da escala em que a informação é produzida (regional, nacional ou local), pode utilizar diferentes tipos de informações e de organização de indicadores de maneira diferente. Por exemplo, no nível nacional, a informação visa orientar os tomadores de decisão, de modo a melhorar as estratégias, sistemas e políticas existentes para monitorar e avaliar o risco. Por outro lado, no nível local, a informação produzida pelo indicador deve ser mais detalhada (Santos, 2007).

O risco é um fenômeno real e também de construção social, pois, nas avaliações técnicas de risco, nos estudos de engenharia e de geociências, o risco é entendido como um evento adverso, um atributo físico, com determinadas probabilidades objetivas de provocar danos, e pode ser estimado por cálculos quantitativos que permitem estabelecer padrões com diversos métodos (predições estatísticas, estimação probabilística do risco e comparações de risco/benefício). Entretanto, essa perspectiva falha em reconhecer que os fatos científicos são situados e interpretados em contextos culturais e políticos. Dessa forma, a abordagem do relativismo cultural sobre perigos deve enfatizar o aspecto contextual das respostas ao risco, argumentando que os fatores socioculturais são significativos na compreensão das resistências e controvérsias existentes e nas percepções que os indivíduos e grupos sociais têm sobre os riscos (Di Giulio, 2013).

Os estudos sobre risco individual, social e ambiental que eram restritos às sub-áreas da Ciência como a Toxicologia, Epidemiologia, Psicologia e Engenharias, passaram a constituírem-se em temas políticos problemáticos com repercussão em agendas de políticas públicas de governo e também se refletem nos comportamentos sociais e culturais (Alexandre, 2010). Esses estudos de avaliação compreendem quatro etapas estratégicas: a identificação do perigo; a susceptibilidade individual ou ocupacional; a análise da exposição quanto ao tipo, duração e níveis de exposição e,

por fim, a caracterização desse risco (Klaassen & Watkins III 2012). A avaliação de risco é uma busca de previsão de eventos, com base em estudos probabilísticos, que requerem a *expertise* de diferentes disciplinas como a toxicologia, epidemiologia, engenharia, saúde pública, entre outras, a depender da natureza do fenômeno estudado, para chegar a uma conclusão (Rangel, 2007).

Quanto à classificação o risco, pode se referir a pessoas ou ambientes, entre outros. Em relação a pessoas, refere-se ao risco intencional ou não, de profissões ou atividades, perigosas ou insalubres, que venham a infligir algum tipo de doença, lesão ou morte daqueles que estão expostos a estes. A classe de risco para pessoas deve então englobar o risco voluntário, decidido pelo livre arbítrio do indivíduo, ou seja, um risco intencional calculado. Risco involuntário é aquele em que o indivíduo não sabe o que está acontecendo, não tem consciência do perigo ou não foi informado sobre o assunto. No que diz respeito ao risco para o ambiente, a questão trata do ativo e passivo ambiental ante a contaminação, poluição, degradação ou devastação dos recursos naturais e dos ecossistemas. Como exemplo, temos a emissão de gases e vapores perigosos ou tóxicos por indústrias, a contaminação de mananciais por pesticidas ou metais e o efeito estufa por combustão de derivados de petróleo (Brilhante & Caldas, 1999).

3.2.2 Caracterização do risco

Risco, perigo e probabilidade são parte integrante do léxico dos órgãos de comunicação social e demais atores sociais, incluindo público em geral. A literatura anglo-saxônica distingue perigo, que é tudo aquilo que pode causar dano, de risco, que é definido como a probabilidade de ser atingido pelo perigo (Almeida, 2007).

A caracterização do risco é composta por duas etapas: a estimativa do risco e a descrição do risco. Na estimativa do risco, avaliam-se resultados de observações de campo, comparações de exposição e dos efeitos por fonte pontual, comparações nas relações contaminante-resposta e a incorporação da variabilidade da exposição. Quando

se trata de um estressor químico, pode ser aplicado o método da razão, ou seja, derivação de quocientes de risco (QR), que é a relação entre os níveis de exposição e os níveis de efeitos encontrados. Já a descrição dos riscos deve abordar a adequação e qualidade dos dados encontrados, o grau e tipo de incertezas associadas à evidência encontrada e a relação dos resultados com as questões que motivaram a avaliação do risco. Ao final da mesma é importante saber que efeitos devem ocorrer, qual a gravidade, onde e quando provavelmente irão ocorrer, quais as falhas críticas no dados, se haverá informações suficientes para preencher lacunas ou falhas nos dados atuais, e como o monitoramento do evento auxilia nas decisões de gestão de risco (Rodrigues *et.al.*, 2011).

Estudos sobre riscos são relevantes para uma análise da vulnerabilidade das sociedades contemporâneas e evidenciam, cada vez mais, a necessidade de uma nova forma de gerenciar os riscos e perigos presentes na vida cotidiana. Dentro dessa nova proposta de gerenciamento, é necessário que os cientistas aprimorem os mecanismos de comunicação pública dos resultados obtidos com suas pesquisas, principalmente, quando lidam com situações de risco. Mais do que isso, cientistas, autoridades e governantes devem reconhecer que uma boa estratégia de comunicação de risco é necessária para promover um processo interativo de troca de opinião entre indivíduos, grupos e instituições e, assim, alcançar a participação pública no processo de tomada de decisão, algo cada vez mais relevante num sistema democrático (Di Giulio *et.al.*, 2008).

3.2.3 Percepção do risco

SANDMAN (1987) ressalta a discrepância entre o perigo existente e a percepção do perigo pela população. O risco é composto pela união desses dois elementos. Como os especialistas focam seu trabalho no perigo e a população na sua percepção do perigo, os riscos são percebidos de maneira diferente por esses atores sociais. O autor cita alguns fatores que influenciam a percepção do risco: voluntariedade, controle, justiça, processo, moralidade, familiaridade, memorabilidade, temor e difusão no tempo e no espaço.

Na voluntariedade, a população aceita melhor o risco voluntário do que o coercivo. No caso do controle, os cidadãos sentem-se mais seguros, quando têm a possibilidade de agir para melhorar a situação de risco. Quanto à justiça, a percepção do risco aumenta quando os benefícios para combatê-lo não são distribuídos justamente. Já em relação ao processo, a maneira como as comunicações e as intervenções governamentais são percebidas alteram a intensidade dos riscos. A moralidade é quando o risco é moralmente relevante, o conceito de risco aceitável e seus custos sociais não são aceitos pela população. Na familiaridade, acontecimentos em locais pouco familiares ou em situações exóticas causam maior percepção do risco. Quanto à memorabilidade, acidentes memoráveis se traduzem em símbolos fáceis de imaginar, são considerados de maior risco. O temor tem muita correlação com algumas doenças, que, por suas características, causam maior temor do que outras. Por fim, a difusão no tempo e no espaço ocorre, pois, a população aceita menos o risco que afeta um número maior de pessoas em relação ao tempo e ao espaço (Sandman, 1987).

A adequação do limiar de percepção comunitária do risco à evidência científica disponível é uma das funções mais importantes dos comunicadores do risco, uma vez que permite prevenir ou controlar o alarme social por parte de indivíduos e comunidades. Porém, o risco pode ser percebido de forma diferente por cada indivíduo, uma vez que a percepção do risco leva em consideração características individuais, valores, experiências e possíveis consequências do resultado esperado. A percepção do risco, também, depende de quem comunica o risco e da forma de comunicação (Almeida, 2007).

3.2.4 Avaliação do risco

Os avaliadores do risco precisam estabelecer a escala de avaliação de risco; os alvos ecológicos críticos e as características do ecossistema e dos corpos receptores; como seria a recuperação e quanto tempo levaria; a natureza do problema: passado, presente e futuro; o conhecimento prévio sobre o problema; os dados e análises disponíveis; as restrições potenciais à avaliação, como limitações financeiras, recursos

humanos e recursos físicos, disponibilidade de dados e métodos. Como produtos dessa avaliação podem surgir a definição dos objetivos da gestão, as opções de gestão para o alcance desses objetivos. Outros produtos importantes são o escopo e a complexidade da avaliação do risco, que devem considerar se a avaliação foi encomendada, requerida em juízo ou para fornecer informações à população; se a avaliação será elaborada em pequena escala com maior detalhamento ou larga escala e menor detalhamento; se serão utilizadas as escalas espaciais e temporais do problema e as informações já disponíveis em comparação com as necessárias e por último qual o recurso financeiro demandado e o prazo para a execução da gestão (Rodrigues et.al., 2011).

3.2.5 Gerenciamento do Risco

A “Gestão de Risco” segundo BRILHANTE & CALDAS (1999), trata do processo decisório que leva em consideração fatores como avaliação de risco, facilidade tecnológica, relação custo/benefício e custo/efetividade, preocupações do público e outras atitudes eminentemente políticas. Ainda segundo os autores, a avaliação de risco tornou-se importante instrumento para a identificação do risco potencial de agentes (químicos, físicos ou biológicos) nocivos à saúde da população, para a formação de políticas públicas e regulatórias e para o estabelecimento das prioridades de combate a estes agentes, nas áreas pública ou privada. Já para FAUSTMAN & OMENN (2001), gerenciamento do risco é o processo de tomada de decisões políticas para controlar as situações de perigo. É a aplicação sistêmica e contínua de políticas, procedimentos, condutas e recursos na avaliação de riscos e eventos adversos que afetam a segurança, a saúde humana, a integridade profissional, o meio ambiente e a imagem institucional. É a tomada de decisões relativas aos riscos ou a ação para a redução das consequências ou probabilidade de ocorrência (Capucho, 2010).

O risco não é um novo problema nem uma nova terminologia, humanos sempre tiveram que enfrentá-lo em seu meio ambiente, embora seu significado tenha mudado, como tem mudado a sociedade e o mesmo meio em que vive. No passado, a grande preocupação estava centrada nos desastres naturais (geológicos e climatológicos), como

inundações, secas, terremotos e tempestades. A partir da revolução industrial, os riscos naturais foram substituídos por aqueles gerados pelo próprio homem. Gerenciamento do risco, é, portanto, o processo de identificar, de controlar os eventos incertos, eliminando ou minimizando os que podem afetar os recursos do sistema. Lida diretamente com o perigo que tem duas características importantes: a gravidade, às vezes denominada de dano e a probabilidade da ocorrência, tanto qualitativa quanto quantitativa (Laureano, 2005).

Com a evolução do estudo do risco, percebeu-se a necessidade de dividi-lo em três áreas: análise dos riscos (risk assessment), gerenciamento/gestão do risco (risk management) e comunicação do risco (risk communication). A análise dos riscos faz constatações baseadas na compilação de dados, na probabilidade e interpretação do cenário presente. O gerenciamento do risco é a área que administra decisões e demandas. A comunicação do risco é o diálogo entre o gestor de risco (emissor) e a comunidade envolvida (receptor). Sua relevância está na divulgação de informações para o público e na motivação para mudança de comportamentos que gerem efetiva gestão do risco (Anger, 2008). A comunicação de risco é uma das etapas do processo de gerenciamento do risco; tem uma dimensão técnica e deve ser avaliada no conjunto de ações e decisões que acontecem em um contexto social, e pela qual se faz necessário buscar uma interação com as diferentes partes interessadas a fim de evitar que divergências sobre a percepção desses riscos possam originar situações que dificultem ainda mais a governabilidade (Rinaldi & Barreiros, 2007).

O gerenciamento do risco é responsável por todo processo que envolve a prevenção dos riscos e dos perigos, podendo ser considerado como um conjunto de procedimentos e práticas com o objetivo de estabelecer os contextos dos riscos, identificar, avaliar, analisar, tratar, monitorar e comunicar os riscos associados (Lourenço & Marchiori, 2012). As equipes de gerenciamento de risco podem incluir as partes interessadas (*stakeholders*), que são órgãos governamentais de diferentes níveis, organizações comerciais, industriais e privadas, lideranças e membros da sociedade civil organizada (Rodrigues *et.al.*, 2011).

Especialistas das áreas técnicas, geralmente, que a avaliação objetiva do risco é um processo essencialmente técnico e que o gerenciamento do risco se inicia com o

juízo sobre a aceitabilidade dos níveis de risco calculados. Porém, os trabalhos na área social se referem ao gerenciamento como uma área ampla que abrange todas as atividades técnicas e legais, escolhas e decisões, individuais e sociais, políticas e culturais, ligadas direta ou indiretamente ao risco. Isso significa que a tomada de decisões para o gerenciamento de riscos é essencialmente um processo de juízo de valores, que necessita de conhecimento científico qualificado e legitimidade social (Nardocci, 2002).

3.2.6 Comunicação de Risco - Conceituação

A partir do risco, sua identificação, estudo, projeção e todo contexto que ele representa, não só ambiental, mas, também de saúde e segurança, é necessário que se elabore programas de comunicação do risco, de modo a envolver o público alvo assim como os gestores locais.

A comunicação de risco é definida como um processo interativo e deliberado, de troca de informações entre indivíduos, grupos e instituições, e reconhecida como um campo de aplicação ou intervenção que opera com metodologias múltiplas, combinando pesquisa de opinião, análise, percepção e gestão de risco, grupos focais, análise de conteúdo, entrevistas individuais, e testes de mensagens. Envolve atividades de ouvir e não só de falar, veicula respostas às preocupações, opiniões, emoções e reações de vários atores sociais interessados sobre o risco, de modos distintos em dialogar sobre a natureza do risco e as decisões para sua minimização ou controle. Dependem de como o risco é percebido: voluntário ou não; controlado por um sistema ou pelo indivíduo; confiável ou não; moralmente relevante ou neutro; natural ou artificial; estranho ou familiar; memorável ou não; certeza ou incerteza; detectável ou não; amedrontador ou não, de modo que em cada situação o risco ganha significados diferentes. Tem como princípios aceitar e envolver o público como um parceiro legítimo; planejar cuidadosamente e avaliar os esforços realizados; ouvir as preocupações do público específico; ser honesto, franco e aberto; coordenar e colaborar com outras fontes confiáveis; definir a necessidade de mídias; falar claramente e com compaixão (Rangel, 2007, Almeida, 2007).

Para RANGEL (2007), a comunicação é uma estratégia de enfrentamento de riscos, uma tecnologia que atua no controle e gerenciamento de riscos, na proteção e promoção da saúde, destacando-se especialmente a denominada “comunicação do risco”, que considera a complexidade da comunicação na sociedade contemporânea assim como os complexos fenômenos dos riscos à saúde, e suas estratégias de controle, nessa mesma sociedade. É uma tarefa que exige um esforço de reflexão, aproximando conhecimentos de diversos campos disciplinares como a sociologia, a antropologia, a epidemiologia, a política e a própria comunicação. É um intercâmbio de informações e opiniões sobre os riscos entre as pessoas encarregadas da avaliação e do gerenciamento dos riscos, consumidores e outras partes interessadas. Também segundo DI GIULIO *et. al.* (2010), no processo de avaliação assim como na gestão de risco, experiências têm mostrado ser fundamental incluir efetivas estratégias de comunicação, na tentativa de estabelecer um diálogo entre aqueles que avaliam e vivenciam os riscos, de modo a favorecer a participação e influência das comunidades afetadas.

Usada para auxiliar na prevenção e gestão de riscos, a comunicação de risco assumiu um papel importante no estudo dos riscos nas últimas décadas. Além de relatar fatos, tem outras funções como, tranquilizar a comunidade, fazer alertas, dar feedbacks ou motivar outros comportamentos. Procura chamar a atenção e ativar a preocupação da população, criando um estado cognitivo, e não gerando medo ou ansiedade, que são estados emocionais (Anger, 2008).

A ideia de Comunicação é seu sentido substantivo relativo ao desenvolvimento da personalidade humana e a construção de um ideal social que favorece a todos. De acordo com esta premissa, a comunicação organizada pode ser um precioso auxílio para o crescimento do sujeito e o estabelecimento de um quadro social justo e harmonioso. O fluxo de informações difundidas e/ou trocadas constitui desta forma, a substância do pensamento social vigente. A qualidade e não apenas a quantidade destas informações deve ser o principal fator para a melhoria das condições de vida e a garantia do bem-estar da população. O diálogo estabelecido deve abordar as múltiplas mensagens sobre a natureza do risco, as preocupações e opiniões das pessoas e suas reações a tais mensagens e, sobretudo, as medidas legais e institucionais relacionadas ao gerenciamento do risco. Inclui ainda ferramentas que garantam que a exposição dessas

informações seja feita de forma clara e explicativa, de modo que a população local compreenda os dados repassados e suas implicações. O processo comunicativo deve ser baseado não apenas no conhecimento científico, mas também na compreensão de uma escala de fatores que influenciam as respostas dos indivíduos e grupos ao risco. Tão importante quanto conhecer esses fatores, é buscar compreender a influência da mídia na divulgação científica e na ampliação da percepção de risco (Di Giulio *et.al.*, 2008, OPAS/OMS,2007).

O termo comunicação de risco se tornou um tema de debate entre acadêmicos e analistas principalmente ligados às áreas da saúde, ambiental e segurança. A história da comunicação de riscos remonta à Segunda Guerra Mundial, quando cresceu a preocupação pelos efeitos contaminantes ambientais sobre a saúde humana. Mas comunicar riscos envolve muitos tipos de mensagens e processos, pessoas de todos os âmbitos e faz parte do processo de avaliação e administração do próprio risco, ou seja, deve conter informações sobre a magnitude e natureza do risco, assim como resultados das pesquisas acadêmicas e da cultura científica a cerca desse risco (Rodrigues, 2014). Falar de comunicação de risco é entender seu papel como um processo estratégico no sentido de trabalhar os riscos e evitar que se transforme em algo maior e prejudicial a todos os envolvidos. Ao envolver o público em questão, faz com que ele se torne parte essencial no processo de comunicação e, com isso, desperta em cada um o sentimento de crer e pertencer, o que solidifica a confiança e a credibilidade (Lourenço & Marchiori, 2012).

A comunicação de risco busca sensibilizar a população, os governos e a comunidade política sobre os desafios envolvidos em uma grande emergência na área de saúde pública ou em quaisquer outras áreas correlatas. Ou seja, cientistas ao perceberem uma situação de risco, entendida aqui como o produto dos danos que um evento poderia causar e suas probabilidades de ocorrência, devem estabelecer um fluxo de informação adequado à situação corrente (OPAS/OMS, 2007). Sua prática é uma condição necessária para informar e integrar o público no processo de solução ou mitigação das situações de riscos, como aquelas relacionadas a desastres naturais, mudanças ambientais, mudanças climáticas, catástrofes. Esse processo comunicativo deve ser visto como uma área que requer cada vez mais a atenção de comunicadores, pesquisadores e

gestores e que deve ser incorporado como uma política de longo prazo das instituições governamentais, com o objetivo de assegurar uma relação positiva e de confiança entre os diferentes atores sociais envolvidos em questões ambientais e de saúde pública (Di Giulio *et.al.*, 2008).

Com o interesse crescente na comunicação de risco por parte de pesquisadores e órgãos de governos, há um reconhecimento, frente à complexidade e incertezas científicas e a necessidade de se estabelecer um diálogo entre, aqueles que avaliam e gerenciam o risco e pessoas que de fato o vivenciam. Da mesma forma, compreender que as controvérsias sociotécnicas, comuns em situações de risco, devem ser vistas como oportunidades para explorar alternativas possíveis, sendo o interesse coletivo produto de negociações, conflitos sociais e alianças. Além disso, o interesse pela comunicação de risco é resultado do debate ocorrido nas sociedades sobre abertura do processo decisório, justiça, confiança, participação pública e democracia. É resultado também da consciência de que é possível lidar, de forma mais eficaz, com as respostas públicas aos riscos, se as pessoas afetadas tiverem a oportunidade de participar efetivamente do processo decisório. Ainda segundo os autores, o conhecimento das condições locais ajuda a determinar quais dados são consistentes e relevantes, e também a definir os problemas que devem ser alvo das políticas (Di Giulio *et.al.* 2012).

A área de comunicação de risco foi desenvolvida, inicialmente, com o propósito de melhorar a comunicação dos especialistas em avaliação de risco com o público, diminuindo tensões e diferenças entre as opiniões e percepções dos técnicos e do público. Os esforços relacionados à comunicação de risco no passado estavam embasados no modelo básico de comunicação, conhecido como teoria matemática da comunicação. Este modelo assumia a neutralidade da transmissão e recepção da informação. Porém, as estratégias de comunicação de risco baseadas nesse modelo se mostraram ineficazes, pois não engajavam o público nos debates sobre riscos, não consideravam suas perspectivas e focavam somente na transmissão da informação dos técnicos para a população considerada “leiga”, como se o objetivo da comunicação de risco fosse exclusivamente o de educar e convencer o público. Atualmente, nas situações que envolvem riscos e perigos, a comunicação de risco é entendida, dentro da comunidade científica e por autoridades e agências reguladoras, como uma prática que

promove um diálogo efetivo e aberto entre todos os atores sociais (Di Giulio *et. al.*, 2010).

Pode ter como objetivos: alertar o público para um risco específico; acalmar o público para um risco específico; informar sobre a previsão de estimativas de risco; mudar o comportamento; buscar auxílio em relação ao risco; buscar a participação pública e governamental no processo decisório; superar oposição pública e governamental às decisões; e garantir a sobrevivência de uma determinada organização. Além dos objetivos da comunicação dos riscos podem ainda, ser alocados em seis categorias tais como educação e informação; aprimoramento do conhecimento público; mudança de comportamento e ações preventivas; metas organizacionais; metas de cunho legal; e resolução de problemas e conflitos (Martini Junior, 1995). A prática da comunicação é condição necessária para informar e integrar o público no processo de solução das situações de riscos e para construir uma atmosfera de confiança entre os atores sociais envolvidos no enfrentamento. Apesar disso, esse processo comunicativo ainda ocorre pouco e com dificuldades, prejudicando o diálogo e a parceria entre quem avalia os riscos e aqueles que os vivenciam (Di Giulio *et.al.*, 2012). Por ser um processo interativo entre indivíduos, instituições e comunidades relativo a situações que ameaçam a saúde, segurança ou ambiente, tem como finalidade a capacitação do público-alvo. Ao incluir conselhos sobre comportamentos redutores do risco, funciona como um instrumento fundamental de gestão do risco em saúde pública. (Almeida, 2007).

Torna-se efetivo quando demonstra a transparência do processo de gestão do risco de modo a incluir todas as partes envolvidas, o público alvo, os meios de informação e comunicação, e adequação da mensagem a ser veiculada. A divulgação de informação relacionada com riscos em saúde e destinada ao público em geral é uma das estratégias de gestão do risco que, pela sua especificidade, incumbe a médicos de saúde pública peritos em comunicação do risco. Em função do seu conteúdo e do público-alvo, as mensagens do risco poderão incluir informações sobre a natureza do risco, incluindo magnitude e gravidade do risco, natureza dos benefícios associados, caso dos riscos auto impostos, incertezas associadas ao processo de avaliação do risco e alternativas de gestão do risco (Almeida, 2007).

Para que a comunicação de risco seja bem sucedida, é preciso adotar modelos que favoreçam o diálogo, tornando os interesses, valores e preocupações do público conhecidos e considerados pelos técnicos na formação do processo decisório (Martini Junior, 1995). O sucesso está na definição das estratégias de comunicação de risco cujos conteúdos e estruturas dependem dos objetivos traçados e da audiência envolvida. Em todas as situações, no entanto, a comunicação de risco enfrenta os mesmos dilemas e desafios, pois é preciso lidar com as questões técnicas (de conteúdo) e com o contexto social, de modo a assegurar que as discussões de interesse público sejam abertas e participativas. As vozes relevantes devem ser ouvidas e adequadamente consideradas, pois esse processo comunicativo está diretamente relacionado aos diversos fatores psicológicos, econômicos, culturais, sociais e políticos que estão envolvidos nas percepções e atitudes das pessoas diante dos perigos e problemas que enfrentam (Di Giulio et.al.,2010).

Para a boa execução da comunicação de risco, é necessário entender o cenário em que o risco se apresenta: conhecer o público receptor da mensagem, conhecer o contexto e as características locais nos aspectos político, econômico, cultural e ambiental em que se a população afetada se insere, identificar os diferentes interesses e expectativas existentes, prever os possíveis contra-argumentos da opinião pública e conhecer as mídias usadas para essa divulgação. O sucesso de uma comunicação de riscos depende da interação entre receptores e transmissores da informação. É importante também promover um contato mais estreito com alguns representantes da comunidade, como presidentes de associações de bairros, professores e agentes de saúde, e explicar passo a passo os estudos conduzidos e os resultados obtidos. É fundamental que o conteúdo seja consistente, de modo que os receptores percebam a credibilidade da informação. Outro fato importante são as características da comunidade, como por exemplo, seu estado de saúde pública, social e econômico, atitudes, percepções, crenças, valores, situações prévias de comunicação incerta ou pouco claras em relação ao mesmo risco, níveis de conhecimento e informações de forte conteúdo político, que podem representar um fracasso no processo de comunicação de risco (Anger, 2008; Di Giulio et.al., 2008; Almeida, 2007).

Os requisitos básicos para uma ação comunicativa efetiva são que a mensagem seja inteligível, clara; que o que é dito seja verdadeiro, confiável; que surja de um interesse comum e que seja eticamente aceitável (OPAS/OMS, 2007). É preciso mais do que a explanação comparativa, a ilustração com gráficos e materiais escritos. É um processo complexo que requer um conjunto de técnicas específicas, além da consciência de fatores que afetam o processo de comunicação e principalmente a percepção dos indivíduos que recebem a informação do risco (Rangel, 2007).

Os riscos podem gerar situações de alarme que demandam ações estratégicas de comunicação. Essas ações se assemelham por serem involuntários, estarem distribuídas desigualmente pela sociedade, não serem previsíveis ou evitáveis, serem pouco conhecidos cientificamente, gerarem consequências graves e conduzirem a declarações contraditórias das fontes oficiais. Para a divulgação desses riscos e perigos, os meios de comunicação exercem papel de extrema importância, graças à sua capacidade de informar a um público amplo e influenciar a opinião pública. Porém, as percepções dos riscos pelos indivíduos devem ser consideradas, porque a percepção que possuem representa a realidade para esses cidadãos. Nesse caso, o objetivo da comunicação de risco é adequar o risco percebido ao risco real. Portanto, as autoridades responsáveis devem antecipar também respostas para situações em que essas percepções possam gerar alarme. Para estabelecer confiança e credibilidade por meio da comunicação de risco, deve-se evitar relatar somente feitos e dados técnicos, mas considerar as percepções da população. A comunicação de risco deve balancear o perigo e a percepção contidos no risco. Assim, quando o perigo é grande, mas a percepção é pequena, os gestores devem aumentar a percepção do risco. O contrário também é verdadeiro. Quando, o perigo é modesto, devem ser implementadas ações para diminuir a percepção do risco (Brasil, MS, 2008).

3.2.7 Estratégias de comunicação de risco

Não há um consenso entre os autores quanto ao modelo de comunicação que deve ser desenvolvido sobre o risco. Podem ser estratégias de comunicação de risco que

são lineares, baseadas em um modelo de comunicação orientado para um público alvo e que repousa em sugestões paternalistas ou no senso comum. Ou estratégias que oferecem uma visão alternativa para a comunicação de risco que considera a questão do poder, que pode levar às lutas para o controle regulado e legalizado adequado. Esse poder implica em submissão, que desafia o modelo de informação paternalista de comunicação de risco (Rangel, 2007)

A pesquisa sobre comunicação de risco mostra que quanto mais informação uma pessoa tiver, maior apoio concede às medidas públicas de contenção e, mais facilmente, toma medidas de prevenção individual. Parece haver uma relação entre a percepção do risco e as intenções pessoais para proteção da ameaça. Estes conhecimentos têm sido aprofundados em pesquisas científicas que cruzam saberes da Comunicação na Saúde com os da Comunicação de Risco. As fontes de informação em matéria de saúde são múltiplas (fontes oficiais, fontes especializadas institucionais, fontes especializadas não institucionais, cidadão comum, entre outras) e apresentam um sentido informativo, educacional ou persuasivo, com o objetivo de promover a compreensão relativa de agravos e assuntos de saúde. No domínio da saúde, a Comunicação de Risco envolve a preparação de mensagens públicas destinadas a alertar as populações para as ameaças à saúde e compreende modelos de comunicação em situação de emergência, que podem originar campanhas de saúde pública. Campanhas, estas, que pretendem induzir a mudança de comportamentos, como forma de reduzir as ameaças à saúde, e recorrem, muitas vezes, a apelos ao medo, enquanto mecanismo de persuasão. A comunicação de risco segue algumas das regras da comunicação estratégica apresenta planos adequados à população-alvo, mensagens sensíveis e relevantes para as audiências e programas integrados em diferentes canais e meios (Lopes et.al., 2010). As formas de comunicação envolvidas no atendimento de acidentes ambientais podem ser: comunicação falada, comunicação escrita, comunicação gestual, comunicação impressa, comunicação por símbolos, comunicação individual, comunicação grupal, comunicação em massa e comunicação não verbal. Esses exemplos ilustram a riqueza de recursos envolvendo a comunicação e os vários envolvidos (Poffo et.al. 2005).

Estratégias de comunicação de risco, ao considerarem as dimensões sociais e a subjetividade presentes nas percepções e atitudes das pessoas numa situação de risco,

podem abrir espaço para um processo interativo de troca de opinião entre indivíduos, grupos e instituições e oferecer oportunidades reais para que a sociedade em geral, particularmente a comunidade afetada por tais riscos, possa participar ativamente na tomada de decisões para solução ou atenuação dos problemas. As ações podem incluir audiências públicas, onde as pessoas são encorajadas a expressarem suas emoções e preocupações e participam abertamente do processo de negociação, e a centralização das informações em uma pessoa, responsável pelo diálogo com a mídia, agindo como um porta-voz, respondendo e antecipando as possíveis questões e dúvidas levantadas pelos moradores, autoridades e jornalistas (Di Giulio et.al., 2008).

Uma estratégia de comunicação é um plano coerente que determina atos e ações específicos de comunicação e devem ser levados a cabo para alcançar plenamente e de modo o mais eficiente possível, de modo ordenado e harmonioso, os objetivos previamente determinados de acordo com as possibilidades e recursos existentes (Fernandéz, 2006).

Problemas inerentes à comunicação de risco a um público em geral e que podem ser motivo de fracasso ou falhas no processo ou na aceitabilidade do público alvo: o alto nível de analfabetismo científico, pois, as pessoas têm maior aproximação com a leitura de ficção científica do que com a leitura de ciência; os estudos científicos são complexos, usam terminologia estritamente profissional e cheios de incertezas; cientistas e tomadores de decisão não estão de acordo em como caracterizar o risco, comparar riscos, categorizar riscos e priorizar ações reguladoras; muitos riscos são improváveis, e políticas de preferência e precaução influenciam os resultados das avaliações de risco; a informação de risco é frequentemente comunicada por grupos ativistas, porta-vozes das empresas, advogados e políticos, que não têm credibilidade do público; os meios de comunicação estão mais interessados em noticiar conflitos e histórias sensacionalistas, o que também pode ser um fator de falta de credibilidade; comerciantes de produtos sob crítica geralmente respondem com defesas públicas, que vão de ineptas a enganosas; o público geralmente se sente sem poder, temeroso e ultrajado em ouvir uma nova revelação da ameaça à saúde pública e ao ambiente (Rangel, 2007). Os problemas específicos na comunicação podem apontar: falta de informação compartilhada, falta de informação transparente, informação inadequada,

incompleta ou não compreendida pelo público alvo, por conter linguagem muito técnica. Além disso, falta originalidade, criatividade nas estratégias de comunicação e, conseqüentemente, na própria comunicação, tornando-a desinteressante e mobilizando pouco as pessoas (Fernandéz, 2006).

Estratégias bem elaboradas são essenciais para evitar que uma situação de alarme desnecessária, e muitas vezes reforçada pela mídia, seja vivenciada por aqueles moradores que vivem uma situação de risco. Mostraram também que um plano de comunicação de risco, que leve em consideração as necessidades da mídia, estabeleça um diálogo com o público, busque compreender como a comunidade percebe e vivencia o risco e como a participação dela é essencial no processo de gerenciamento do risco, é importante para criar uma atmosfera de confiança entre todos os atores sociais envolvidos na situação como moradores, governantes, pesquisadores, mídia e diversos representantes da sociedade organizada (Di Giulio et.al., 2008).

É necessário então pensar que, se os objetivos da comunicação de risco são válidos, que modelo seria adequado a cada realidade. Pode-se interrogar, por exemplo, qual a finalidade da troca proposta e então constatar-se que os métodos têm que ser revistos, pois não basta trocar informações. Por exemplo, quando as pessoas se percebem sob riscos, elas tendem a buscar informações em algum lugar, seja na empresa onde trabalham, nos sindicatos, nos meios de comunicação, nos serviços de saúde, com os colegas, vizinhos, etc. É preciso então saber quais são, para elas, as fontes confiáveis; que informações essas fontes propiciam em termos de qualidade, abrangência, atualidade; e qual o sentido que a informação tomará no contexto do cotidiano da vida dessas pessoas (Rangel, 2007).

Acrescenta-se a essas considerações duas abordagens que podem contribuir para pensar modos de fazer comunicação de risco: a teoria da ação comunicativa e o modelo do mercado simbólico. A primeira permite afirmar que para que uma comunicação seja efetiva é necessária a redução das assimetrias, pela via do encontro possível entre os sujeitos da interação. Para isto, é preciso que haja coerência das atitudes, pois apreende-se o que é compatível com o que se pensa e o que se faz; a mensagem deve ter credibilidade; os argumentos devem ser ordenados de modo coerente; os líderes de opinião devem ter competência cultural reconhecida e serem confiáveis. Contudo, as

profundas desigualdades sociais e relações de conflito na sociedade podem colocar limites a essa comunicação que propõe o entendimento e a negociação e que tem se mostrado útil enquanto suporte a práticas educacionais (Rangel, 2007).

No modelo teórico de mercado simbólico, a comunicação é entendida operando ao modo de um mercado, onde circulam múltiplos e heterogêneos discursos que disputam o poder de fazer prevalecer determinada visão da realidade. O recurso aos meios de comunicação de massa mediante a propaganda e publicidade assegura a difusão de determinados discursos em detrimento de outros, constituindo-se hegemonias de sentidos, sobre modos de ver e intervir na realidade. Assim, a comunicação de risco poderia ser vista com uma estratégia de veiculação de discursos hegemônicos sobre os riscos, a disputar sentidos com outras racionalidades que operam na sociedade. Enquanto estratégia reguladora dos riscos na sociedade, ela se revela como um campo de dominação, quanto menos democrática e menos inclusiva de amplos setores sociais com suas percepções e formas de lidar com os riscos e proteger sua saúde (Rangel, 2007).

3.2.8 Notificação do risco

A notificação é um importante instrumento para divulgar uma informação. Deve-se notificar sempre que for detectado um risco ou que ocorrer um evento adverso (Capucho, 2010).

No Brasil, existem diversos órgãos que operam ações de divulgação de informações em caso de riscos, que são referências públicas sobre questões ambientais e segurança no país, como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), do Ministério da Ciência e Tecnologia e Informação (MCTI), Defesa Civil e Corpo de Bombeiros dos estados e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) filiada à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Rodrigues, 2014).

3.2.9 Sistemas de Informação em Saúde

A notificação é a comunicação de ocorrência de determinada doença ou agravo à saúde, feita à autoridade sanitária por profissionais de saúde ou qualquer cidadão, para fins de adoção de medidas de intervenção pertinentes. É a ferramenta imprescindível à vigilância epidemiológica, por constituir fator desencadeador do processo “informação/decisão/ ação”, tríade que sintetiza a dinâmica de suas atividades. Além disso, deve disponibilizar o suporte necessário para que o planejamento, decisões e ações dos gestores, em determinado nível decisório (municipal, estadual e federal), se baseie em dados concretos (OPAS, 2011).

No Brasil, entre os sistemas nacionais de informação em saúde existentes para notificação de exposição e/ou intoxicação ao mercúrio, alguns se destacam em razão de sua maior relevância para as ações de vigilância epidemiológica. Em primeiro lugar, está o Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), seguido pelo Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC) e Sistema de Informações de Mortalidade (SIM). Além disso, existem outras possibilidades de fontes de dados, tais como dados do Ministério do Trabalho, dados da Previdência Social, e dos Centros de Informação e Assistência Toxicológica (CIAT), consolidados pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), entre outros. Existem ainda sistemas construídos com a finalidade de operar a sistemática de pagamento de internações e procedimentos no SUS: Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS); Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA/SUS).

O SINAN, desenvolvido em 1998, tem por objetivo o registro e processamento dos dados sobre doenças e agravos de notificação em todo o território nacional, fornecendo informações para análise do perfil da morbidade e contribuindo dessa forma para a tomada de decisões de acordo com a gestão. Sua utilização efetiva permite a realização de diagnóstico dinâmico da ocorrência de um evento na população, podendo fornecer subsídios para explicações causais de doenças e agravos de notificação compulsória. Além disso, pode indicar riscos, contribuindo, assim, para a identificação da realidade epidemiológica de determinada área geográfica (Brasil, MS, 2008).

O marco legal no Brasil para a notificação compulsória de intoxicações exógenas por substâncias químicas, incluindo agrotóxicos e metais, se deu em 2010 com a publicação da Portaria 2.472, atualizada e revogada pela Portaria Ministerial nº 104, de 26 de janeiro de 2011³. No Anexo II, está disponibilizada a ficha de investigação de intoxicação exógena (OPAS, 2011).

3.2.10 Questões éticas relacionadas à comunicação de risco

Antes o Estado tinha o poder sobre a vida e a morte dos indivíduos, de causar a morte ou deixar de viver pelo poder da guerra ou da pena capital. A partir do século XVII, o poder político assumiu a tarefa de gerir a vida por meio da disciplina dos corpos ou dos controles reguladores da população. Esses são os dois polos de desenvolvimento da organização do poder sobre a vida: a disciplina anatomopolítica dos corpos individuais e a regulação biopolítica da população. O nascimento da medicina social e a preocupação do Estado pela Saúde Pública responderam a esse objetivo. A função do poder não é mais matar, mas investir sobre a vida (Jungues, 2009).

A democracia constitucional e a defesa de certos Direitos Humanos subjetivos, mas que representam todas as criaturas humanas, entendidos, portanto, como universais e inalienáveis, são concepções sociais que tiveram origem num determinado contexto social e histórico. Desenvolveram-se e difundiram-se numa tentativa de concretizar aquilo que começou por ser da esfera dos ideais e que determinados movimentos sociais adotaram como bandeira ideológica que sustentava a reação de uma determinada classe em relação às consideradas abusivas formas de legitimação em que assentavam o poder do Estado. Parece então que a democracia que devia pressupor a liberdade, mas também a igualdade política, tem dificuldade em fazer compreender aos seus cidadãos, desde que tomou essa nova forma caracterizada pelo sistema teórico e político do século XVIII, e que nós civilização ocidental herdamos, que cada um deve responsabilizar-se em fazer o melhor uso possível dessa faculdade que é a de avaliar, decidir e escolher a melhor política que permita estabelecer o bem comum. Sem que isso nos impeça de exigir, ao mesmo tempo, às necessárias instituições do Estado, que estas assegurem a

criação de condições logísticas, humanas e sociais condignas, a todos os não tem poder de se auto responsabilizar, por não terem idade suficiente, por não possuírem as condições econômicas, sociais ou de saúde que o permitam (Morgado, 2009).

As ações de saúde pública procuram interferir no processo saúde-doença da coletividade, atuando em seus condicionantes, desencadeantes e determinantes em diversos setores da atividade humana, proporcionando um melhor estado de saúde das populações. Nesse processo, podem surgir confrontos e conflitos entre interesses individuais e coletivos, entre a liberdade individual e o bem-estar ou segurança da coletividade, em nome da supremacia sobre o interesse público sobre o individual, como se observa nas ações de vigilância sanitária, vigilância epidemiológica, saúde do trabalhador e controle de zoonoses. Ao contrário da autonomia, em que o indivíduo deve escolher, de forma esclarecida e livre, entre as alternativas que lhe são apresentadas. Porém, as ações em saúde pública estão pautadas na noção de ética utilitarista do maior benefício para o maior número de pessoas. Ou seja, em havendo duas opções, deve-se pesar cada uma delas e optar por aquela que traga mais benefício ao maior número de pessoas, eliminando, evitando ou minimizando o sofrimento, a dor, e os danos das pessoas envolvidas (Fortes & Zoboli, 2004).

Ética e racionalidade não são apenas compatíveis, mas obrigatoriamente inseparáveis e indissociáveis, na medida em que a Consciência, no seu sentido filosófico, é a capacidade de julgamento pelo qual aprovamos ou reprovamos nossas ações à luz de princípios morais e racionais. Quer dizer: para agir racionalmente, o sujeito tem de saber quem ele é, em que contexto social, político e histórico vive e qual é sua posição neste cenário. Inversamente, o sujeito confuso quanto à essência de sua existência é um sujeito incapaz de uma ação tanto moral quanto racional. Em termos restritos à Teoria da Comunicação, corresponde à função expressiva ou emotiva; aquela que permite ao emissor localizar, identificar e contextualizar sua mensagem e sua ação. Na mesma perspectiva ética e racional, desenvolveu-se a teoria da Ação Comunicativa, cujo princípio é a substituição da razão centrada na ciência por uma razão centrada na comunicação, que não se consome no mero contato do sujeito com o mundo, mas fundamentalmente na interação entre sujeitos por meio do processo de comunicação.

Todavia, para que esse processo seja eficaz e possa trazer benefícios para a população em áreas sociais como a da Saúde (OPAS/OMS,2007).

A idéia de que a massificação da cultura, ao invés de potenciar a conquista de autonomia de todos os indivíduos relativamente aos poderes das instituições, afirmando-se como um legítimo mecanismo de vigilância dos abusos do poder administrativo e legislativo, provoca, pelo contrário, o inconformismo irrefletido das massas nos poderes que têm por objetivo controlá-las para benefício próprio. Isso porque o modo como se estabelece a comunicação numa cultura de massas potencializa os seguintes fatos: os indivíduos que exprimem a sua opinião são sempre em menor número do que o grupo daqueles a que a decisão diz diretamente respeito, afetando as suas vidas, seja por estes ignorarem os modos de dizer, os tempos e os espaços em que o podem fazer, seja por efetivamente aos meios de comunicação terem um acesso determinado pelos editores, que estão por sua vez submetidos ao controle dos grupos financeiros que capitalizam esses meios de comunicação através da produção e troca de mercadorias; o modo como se estruturam as relações comunicacionais dificulta as reações dos indivíduos aos problemas para que são solicitados, não havendo, em tempo razoável, uma antevisão dos resultados práticos decorrentes da sua intervenção; a ação que a opinião pública pode desencadear está subordinada ao controle e à decisão últimos da autoridade que no momento tem o poder executivo de a confirmar ou não, atrasando ou impedindo a efetiva realização da vontade coletiva e por último, as massas não usufruem de grande autonomia em relação às instituições, raramente se conseguem organizar de modo a promover uma ação contra o poder, pois este, por definição, apresenta-se como uma esfera em que a maior parte dos seus recursos estão dedicados a maximizar a sua esfera de influência. É tecnicamente impossível celebrar os benefícios de uma democracia direta, onde os cidadãos pudessem intervir publicamente, compondo um auditório onde fossem tantos os que conseguissem expressar publicamente os seus juízos como os que serviriam de receptores, capazes de aceitar ou de recusar em consciência as propostas que lhes seriam apresentadas (Morgado, 2009).

Para a Bioética de Intervenção, a inclusão social é a ação cotidiana de pessoas concretas e precisa ser tomada na dimensão política, como um processo no qual os sujeitos sociais articulam sua ação. Na medida em que a ação cotidiana direciona as

escolhas em função de uma inclinação pessoal e também considerando a dimensão do todo, ou seja, todas as formas de vida, ela se torna inclusiva, tendendo à maior simetria. (Garrafa, 2005). De fato, no plano institucional, as teorias constitutivas do campo da Comunicação Social podem ser de grande utilidade para a formulação de campanhas sanitárias ou até políticas de Saúde Pública que não se limitem a abordagens meramente técnicas ou gerenciais, mas que configurem um recurso estratégico capaz de efetivar uma ação social profunda e abrangente. Afinal, além de poder auxiliar na implementação e organização de serviços e sistemas de informação e a promoção de ações coordenadas e integradas para a área, o quadro teórico em questão contém os elementos conceituais necessários para pensar e reavaliar a sua própria finalidade como instrumento político que contribua para a realização de metas sociais de todo o setor da Saúde Pública (OPAS/OMS,2007).

O terreno da ética médica vem ocupado por novas modalidades de problemas. Essas circunstâncias, como principalmente as inovações tecnológicas, tornam difusos os limites entre a ética médica e a interdisciplinaridade, que se convencionou chamar de biomédica, que enfoca aspectos da moralidade no âmbito da saúde e da vida. Indiscutivelmente, surgem novas questões éticas e repercussões socioculturais no campo dos cuidados em saúde e autocuidados. Proposições críticas da bioética não consideram que seja possível aplicar os princípios da liberdade e autonomia como instrumentos de mediação de conflitos morais em ambientes sociais de grande desigualdade socioeconômica, onde, os denominados não consumidores costumam ser mais vulneráveis em termos de saúde (Castiel, 2003).

Toda codificação é um processo no qual se traduz uma mensagem em um sistema de signos, que, para serem percebidos, devem pertencer à um repertório convencional e manter uma organização. Codificar é reduzir o impreciso, o disperso, a flexibilidade das fronteiras e produzir visões claras. Assim, o uso da linguagem implica um consenso quanto aos significados dos signos e símbolos linguísticos. A linguagem e a comunicação se apresentam como instrumentos privilegiados de construção da realidade social, que é possível graças à interação entre os indivíduos possibilitada pela comunicação. Da mesma forma que o texto informativo, a imagem satisfaz e gera

exigências e expectativas, em que contemporaneidade e rapidez se traduzem na imediaticidade das transmissões (Barros Filho, 2008).

A compreensão ecossistêmica da saúde tem como foco de preocupação com o ambiente, não mais a doença e sim a saúde, e agregam-se ao binômio saúde-ambiente os conceitos de sustentabilidade, qualidade de vida, justiça social, democracia e direitos humanos. Muda o foco porque o ambiente em seu sentido amplo é integrado na própria compreensão da saúde. Muda também a compreensão sobre a presença dos riscos no ambiente, necessitando uma abordagem mais complexa (Jungues, 2005).

3.2.11 Justiça Ambiental

Durante muito tempo, no mundo ocidental, os únicos direitos eram os individuais, emanados do direito natural e reconhecidos pelos outros indivíduos. Os direitos sociais, de caráter coletivo, formaram-se a partir do século XX, como resultado de lutas sindicais e políticas. No entanto, ainda fortemente ligados aos indivíduos ou grupos, que detinham esses direitos (sujeitos de direito). A partir dos anos 60, há o surgimento e a consolidação progressiva das gerações futuras e da própria natureza como novos sujeitos de direito. O sujeito de direito não é mais o indivíduo na sua singularidade, mas sim a coletividade, a nação, os grupos étnicos e regionais (Sánchez 2008).

As Declarações de Estocolmo (1972) e do Rio de Janeiro (1992), promovidas pela ONU, podem ser citadas como marcos fundamentais na explicitação do direito ao ambiente sadio e ecologicamente equilibrado, um novo direito humano. O “RIO 92” está entre os documentos internacionais, que fazem menção direta à participação pública (Sánchez, 2008).

Outro documento, de grande relevância internacional e que também faz menção à participação pública em questões decisórias sobre o meio ambiente, é a Convenção de Aarhus, sobre a participação popular, que entrou em vigor em 30 de outubro de 2001. Está assentada em três bases: acesso à informação, participação no processo decisório e

acesso à justiça, fundamentos esses que também integram o Princípio N°10, da Declaração do Rio. Essa Convenção é tida como uma nova forma de acordo ambiental, pois associa direitos humanos e ambientais, trata de democracia, de transparência e de responsabilidade governamental, tendo o meio ambiente como ponto de partida (Sánchez 2008; ONU, 2001).

A capacidade para conciliar desenvolvimento econômico no longo prazo e equilíbrio ambiental está sendo objeto de um debate profundo. A atual trajetória da atividade humana é insustentável ao futuro, e os próprios limites do meio ambiente acabarão frustrando as nossas aspirações globais de prosperidade. Repensar essa forma de vida é, sem dúvida, um dos maiores desafios da sociedade atual. Portanto, a justiça ambiental deve visar a uma nova racionalidade ecológica, exigindo um novo modelo de desenvolvimento, que deverá ser traçado via ações políticas orientadas por critérios de sustentabilidade, pelos princípios da responsabilidade e da solidariedade e pelo respeito ao outro (Peralta et.al, 2014).

MARTINEZ-ALIER (2005), define justiça ambiental como um movimento social surgido da constatação de que depósitos de lixo químicos e radioativos ou indústrias com efluentes poluentes estavam concentrados, em sua maioria, em áreas habitadas por grupos socialmente discriminados, o que definiria uma espécie de racismo ambiental. Esse autor afirma, ainda, que o movimento de justiça ambiental, ou ecologia popular ou ecologia dos pobres, tem origem nos conflitos ambientais que podem ser locais, regionais, nacionais ou globais, causados pelo crescimento econômico e desigualdade social.

Embora o conceito de justiça ambiental tenha se originado nos Estados Unidos, países como o Brasil apresentam grupos sociais que desenvolvem, há décadas, ações de resistência que se identificam também com esse conceito como, por exemplo, as lutas dos seguintes movimentos: o Grupo dos Atingidos por Barragens; Trabalhadores Rurais Sem Terra; o Movimento dos Pequenos Agricultores; grupos que lutam pelo reconhecimento de territórios tradicionalmente ocupados como os quilombolas, e os grupos de resistência de trabalhadores extrativistas assim como movimentos de luta contra contaminação química e energia nuclear (Jatobá, Cidade & Vargas, 2009). Justiça ambiental é, portanto, uma noção emergente que integra o processo histórico de

construção subjetiva da cultura dos direitos. Na experiência recente, essa noção de justiça surgiu da criatividade estratégica dos movimentos sociais que alteraram a configuração de forças sociais envolvidas nas lutas ambientais e, em determinadas circunstâncias, produziram mudanças no aparelho estatal e regulatório responsável pela proteção ambiental (Acsehrad, 2010).

Esses movimentos de resistência produzem grande tensão e, portanto, os conflitos ambientais tendem a se radicalizar em sociedades que apresentam fortes desigualdades sociais, discriminações étnicas e assimetrias de informação e de expressão do poder. Sendo assim, as ameaças à saúde humana, ambiental e dos trabalhadores se intensifica pela vulnerabilização de populações e territórios afetados, e a gravidade dos problemas o campo da saúde pública se apresentam como importante bandeira de luta para as populações atingidas e movimentos sociais diversos. Ressaltam ainda que a Medicina Social na América Latina e o movimento sanitário são movimentos por justiça ambiental, desenvolvidos em diferentes países e continentes, conectando lutas por justiça social e democracia em defesa da saúde e do meio ambiente. Também na América Latina, a relação entre meio ambiente, saúde, direitos humanos e justiça passou a fazer parte da agenda de alguns países com a adoção do conceito de justiça ambiental somente nos anos 1990. Ainda segundo os autores, as situações de injustiça ambiental emergem intensamente em função da elevada desigualdade social e discriminação étnica; de sua inserção na economia internacional a partir da exploração intensiva e simultânea de recursos naturais e da força de trabalho. Esse modelo de desenvolvimento decorre historicamente de práticas econômicas predatórias que desprezam o valor da vida humana e não humana, e marcam a natureza sócio-ambiental de inúmeros conflitos na região. O Brasil também é marcado por forte concentração de renda e poder e, portanto, de inúmeras situações de injustiça ambiental (Porto & Pacheco, 2009).

As desigualdades parecem ser o ponto crucial nas questões que envolvem os movimentos de justiça ambiental. Para LOUREIRO & LAYRARGUES (2013), uma situação de injustiça ambiental ocorre, quando, na sociedade, se destina a maior carga dos danos ambientais a grupos sociais de trabalhadores, grupos étnicos discriminados ou a outros segmentos em estado de maior vulnerabilidade social e econômica,

ameaçando a integridade da saúde ambiental e comprometendo a sua reprodução social. A desigualdade pode ser intensificada por uma economia fortemente capitalista, que tende a privatizar os bens públicos. Os sistemas privados se apropriam de bens coletivos e naturais, visando o crescimento econômico e impulsionando a distribuição de renda de forma desigual, com acúmulo de bens e capital por parte das classes dominantes, a partir da exploração do trabalho humano e do meio ambiente.

Segundo LOUREIRO & LAYRARGUES (2013), a justiça ambiental também pode ser entendida, como um conjunto de ações organizadas, por agentes sociais expropriados, defendendo politicamente projetos anticapitalistas, baseadas em princípios como: equidade na distribuição das consequências ambientais negativas, entre todos os grupos sociais, étnicos e de classe; justo acesso aos bens ambientais do país; amplo acesso às informações sobre as atividades poluentes, como o uso dos recursos naturais, o descarte de seus rejeitos e a localização das fontes de risco; e, por fim, movimentos sociais e organizações populares capazes de interferirem no processo de decisão da política e da economia. Desse modo, o movimento por justiça ambiental se antagoniza à corrente conservadora do pensamento ambientalista da “modernização ecológica”, atualmente hegemônica e que concebe a natureza como composta apenas por recursos naturais (destituída de componentes socioculturais); a existência de problemas ambientais (e não de conflitos socioambientais); o enfrentamento de tais “problemas” por meio de medidas administrativas e tecnológicas (e não por meio de processos políticos), pois considera tratar de desperdício ou escassez de recursos ambientais (e não do acesso e uso desigual desses mesmos bens ambientais). Porém, há que se ter certo cuidado com a generalização, pois o movimento por justiça ambiental é multifacetado, e não só limitado à demanda por segurança ambiental ou de combate às injustiças de caráter anticapitalista. Esse posicionamento depende da radicalização da crítica ao modelo de desenvolvimento econômico.

4 METODOLOGIA

Este estudo em estratégias de comunicação de risco foi realizado no âmbito da Pesquisa “Elaboração de Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Vigilância em Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio”, que vem sendo desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

4.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado no Município de Descoberto localizado no sudeste do Estado de Minas Gerais, Brasil, integrando a mesorregião da Zona da Mata e a microrregião de Juiz de Fora.

A cidade de Descoberto, localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, Brasil, apresenta segundo dados do IBGE (2010), coordenadas geográficas 21°26'15" de latitude Sul e 42°56'15" de longitude Oeste, e altitude de 389 metros no ponto central da cidade. A temperatura média anual é de 21,0 °C, sendo a média das máximas de 27,9 °C e a média das mínimas de 15,3 °C. Total pluviométrico em torno de 1581 mm anuais. Ocorrem duas estações climáticas, uma de setembro a março, caracterizada por temperaturas mais altas e maiores precipitações, outra de abril a agosto, período de inverno e estiagem. A bacia hidrográfica do Município de Descoberto é formada pelos Rios: Pomba e Novo (afluente do Rio Pomba), que também compõe a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Os principais afluentes que definem as sub-bacias são: Córrego dos Mineiros, Grama, Rico e São Manoel. A topografia é acidentada e apresenta as seguintes proporções 5% plana, 20% ondulada e 75% montanhosa. Geologicamente os terrenos predominantes seguem a seguinte ordem de grandeza: podzólico, litossolo, cambissolo, aluvial e latossolo.

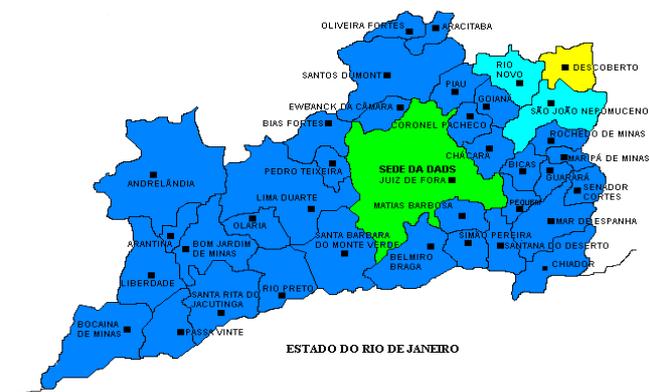
Ainda segundo o IBGE (2010), o Município de Descoberto é constituído pelo Distrito sede, além de várias comunidades rurais, assim denominadas Cachoeira, Capetinga, Ribeirão dos Mineiros, Serra da Grama, Província, Pouso Alegre, Palmeiras

e Botafogo. E tem como municípios limítrofes São João Nepomuceno, Rio Novo, Itamarati de Minas, Guarani, Leopoldina e Astolfo Dutra.

Tabela 1 - Perfil Demográfico do Município de Descoberto, segundo IBGE (2010).

PERFIL DEMOGRÁFICO	HOMENS	MULHERES	TOTAL
Residentes em área rural	401	298	699
Residentes em área urbana	2007	2062	4.069
Idade de 20 a 49 anos	1065	1015	2.080
Idade de 10 a 19 anos	397	392	789
OUTRAS INFORMAÇÕES			
População estimada em 2014			
Área territorial Km ²			213,168
IDH (2000)			0,563
IDH (2010)			0,680

Figura 1- Localização de Descoberto em relação aos Municípios Limítrofes e à Juiz de Fora – Minas Gerais.



Legenda:

- Município de Descoberto*
- Sede da DADS*
- Municípios limítrofes*
- Municípios da área de abrangência*

Fonte: Relatório do Núcleo de Vigilância Ambiental, Coordenadoria de Epidemiologia e Vigilância Ambiental, DADS de Juiz de Fora. 2003

4.2 Materiais e Métodos

Estudo transversal, constando o questionário socioeconômico para coleta dos dados (anexo 5), que orientou as reflexões e discussões para a elaboração desse estudo. Consideraram-se também os dados ambientais e de exposição humana, coletados pela pesquisa citada acima.

A revisão bibliográfica realizada utilizou como descritores mercúrio, exposição ambiental, saúde, risco e comunicação de risco, pesquisados nos bancos de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Biblioteca Virtual de Desenvolvimento Sustentável e Saúde Ambiental (BVSDE), que fazem parte do Sistema Bireme, do Google Acadêmico e o Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Os dados secundários foram obtidos a partir de fontes do IBGE, do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), da Companhia Brasileira de Alumínio (CBA) e estudos de Tinoco *et.al* (2010).

A análise dos dados ambientais, coletados pela equipe ambiental, da qual tive participação realizou-se a partir das coletas de amostras de água, ar e solo.

Coletadas nos principais corpos hídricos, reservatórios, locais de captação da água de abastecimento, pontos de abastecimento e residências, coleta, tratamento e análise das amostras ambientais da população exposta ambientalmente ao mercúrio, para posteriormente serem submetidas à análise para determinação de Hg.

4.2.1 Coleta, Tratamento e Análise das Amostras Ambientais

As amostras de água foram coletadas em frascos coletores descontaminados, de 250 mL cada, contendo 250 µL de KMnO₄ 5% (m/v). Em seguida, os frascos eram identificados e conservados sob refrigeração até o momento da análise. No final do dia,

todas as amostras eram analisadas no espectrômetro portátil de absorção atômica com correção Zeeman, o analisador de mercúrio RA-915M, da marca Lumex.

A coleta das amostras de solo foi realizada a uma profundidade de 20 cm, com auxílio de uma cavadeira de boca e pás de jardim. Em seguida, essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos transparentes devidamente identificados, congeladas e, posteriormente, encaminhadas para Laboratório de Biogeoquímica Ambiental, da UNIR. No laboratório, foram peneiradas (74 μm <200 mesh) antes da análise. Cerca de 100 mg de solo foram digeridos em 1,0 mL de água ultra-pura, 3,0 mL de HNO_3 concentrado, 2,0 mL de HCL concentrado e 3,0 mL de KMnO_4 a 5% (m/v). Após a digestão, gotas de $\text{NH}_2\text{OH.HCL}$ 12% (m/v) até a retirada do excesso de oxidante foram adicionadas à solução digerida, que, em seguida, foi filtrada e teve volume aferido a 10,0 mL com água ultra pura. Finalmente, determinou-se a concentração de Hg no equipamento FIMS-400.

A coleta das amostras de ar foi realizada diretamente com o equipamento analisador de mercúrio RA-915M, da marca Lumex, que analisou instantaneamente as amostras. Em cada ponto de coleta, eram realizadas 10 leituras seguidas, sendo a média utilizada como resultado da concentração naquele ponto.

4.2.2 População de Estudo

Os participantes foram atendidos no Posto de Saúde de Grama de Cima, zona rural de Descoberto e na Unidade Básica de Saúde o Eurípedes Lopes, no centro de Descoberto, zona urbana. Foram entrevistados, voluntariamente, 94 pessoas do município de Descoberto, Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, residentes nas seguintes localidades: Serra do Grama de Cima, Serra do Grama de Baixo, Ronca, Província e Centro. Apenas os entrevistados da região do Centro foram considerados controle, para efeito deste estudo, os moradores das demais regiões, todas rurais, foram considerados casos.

4.2.3 Coleta, Tratamento e Análise das Amostras Biológicas

As amostras biológicas coletadas foram a urina e cabelo. Para a coleta da urina, receberam frascos coletores descontaminados, de 50 mL cada, e instruções para coleta adequada da urina. Em seguida, as amostras de urina já eram analisadas nesse mesmo local por um espectrômetro portátil de absorção atômica com correção Zeeman, o analisador de mercúrio RA-915M, da marca Lumex, sob a responsabilidade dos pesquisadores da PUC, participantes da equipe da pesquisa.

As amostras de cabelo humano (aproximadamente 50 mg) foram coletadas próximo ao couro cabeludo da área occipital, com a utilização de tesouras de aço inoxidável, e mantidas em sacos plásticos sob refrigeração. Posteriormente foram encaminhadas, para análise, ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfgang C. Pfeiffer da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). As amostras foram lavadas com 20,0 mL de uma solução de EDTA 0,01% (m/v) e secas a 40 °C. Em seguida, digeridas com 3,0 mL da mistura $H_2SO_4:HNO_3$ (1:1) e 6,0 mL de $KMnO_4$ a 5% (m/v). Após resfriamento, titula-se com gotas de $NH_2OH.HCl$ 12 % (m/v), até a retirada do excesso de oxidante, aferindo-se o volume a 10,0 mL com água ultra pura. A concentração de Hg total foi determinada por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio no FIMS-400 (Flow Injection Mercury System), da marca Perkin Elmer.

4.2.4 Análise de Dados

Para a análise estatística, foi utilizado o software de análise preditiva, Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS) que é um software para análise estatística de dados, em um ambiente amigável, utilizando-se de menus e janelas de diálogo, que permite realizar cálculos complexos e visualizar seus resultados de forma simples e autoexplicativas.

Para a confecção dos mapas, que objetivam a visualização georreferenciada dos pontos analisados quanto à concentração de mercúrio no ar, água e solo, foi utilizado o programa Quantun Gis 2.8.2, um sistema de informação geográfica livre.

4.3 Aspectos Éticos

O Projeto de Elaboração de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas para a Vigilância da Saúde das Populações Expostas ao Mercúrio, seguiu as recomendações da resolução nº466, de 12 de dezembro de 2012, que estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRJ tendo sido aprovado em 11 de setembro de 2015, através do parecer nº1.224.577. Posteriormente foi submetido, ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRRJ, no qual recebeu parecer, também favorável, sob o número 660/2015, em 07 de dezembro de 2015.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A elaboração da estratégia de comunicação de risco para a população exposta ambientalmente ao mercúrio em Descoberto, Minas Gerais, levou em consideração as características da exposição, socioeconômicas da população estudada, seus meios de comunicação e instrumentos locais de acesso à informação.

5.1 Características gerais da população entrevistada

A População, objeto deste estudo (anexo1), foi composta na maioria por membros do sexo masculino (56%) e de cor auto declarada branca (83,7%), seguida da cor negra (9,8%) e amarela, em terceiro lugar com 6,5%. A idade média foi de $39,0 \pm 24,2$ anos, com homens ($43,8 \pm 24,3$), 10 anos mais velho do que as mulheres ($33,9 \pm 23,3$).

Quanto à escolaridade, mais da metade da população entrevistada frequentou até a 4ª série do primeiro grau (69,1%), denotando uma baixa escolaridade, nessa população. A renda mensal média individual, foi maior entre os homens e encontrava-se na faixa de um salário mínimo (72,41%), atualmente no valor de R\$724,00 (setecentos e vinte e quatro reais), porém a renda familiar já se apresentava na faixa de dois salários mínimos concentrando 73,33% da população masculina. Houve diferenças significantes para duas das variáveis analisadas em Descoberto Renda individual mensal (Casos = $1062,3 \pm 1016,2$ e controles = $541,1 \pm 657,4$; $p < 0,03$ e idade (Casos = $46,4 \pm 21,4$ e controles = $33,7 \pm 24,1$; $p < 0,03$).

Outro resultado que chama a atenção é o contingente populacional com menos de um salário mínimo, que nos homens é de 17,24%, e envolve questões de desemprego, trabalho sazonal em diversas frentes ou trabalho exclusivo na lavoura. Esse resultado é mais expressivo ainda, quando observamos as mulheres que apresentam quase o dobro do percentual masculino, tanto na categoria de caso quanto de controle, ou seja, 33,34% das mulheres não apresentam renda. São representadas em sua grande maioria por trabalhadoras do lar. A ocupação laboral mais citada pelos

entrevistados do gênero masculino: trabalhador rural, funcionalismo municipal, construção civil, autônomos de serviços gerais e aposentados. Já as mulheres que apresentam renda estão também na faixa de um salário mínimo e são representadas por aposentadas, manicures e domésticas, principalmente. Essas mulheres tem sua renda familiar acrescida por conta dos cônjuges e filhos contribuintes.

Quanto ao questionamento a respeito do contato com mercúrio, a maioria da população entrevistada nega contato de modo direto ou indireto com o mercúrio, com resultado na pesquisa de 91% e 94,8% respectivamente.

5.2 Dados socioeconômicos

Os dados (anexo1) demonstraram que o acesso à computadores, internet e tecnologias digitais eram muito pouco expressivas. Entretanto, grande contingente da população tinha acesso à televisão (96,2%), radio (94,9%) e telefone celular (91,0%), em detrimento do telefone fixo, presente em somente 6,5% da população entrevistada, provavelmente residente no centro da cidade. O estudo evidenciou que o rádio pareceu ser o meio de comunicação privilegiado.

Todos relataram o uso de água encanada e o uso de bebidas alcoólicas não foi significativo na população como um todo. No tocante manuseio de substâncias químicas, como agrotóxicos, solventes e metais pela população atendida assim como o relato de uso de tabaco não foram significativos.

Os hábitos alimentares da população entrevistada, eram diversificados. A maior parcela da população referia utilizar peixes da própria (68,4%) em sua dieta. Quanto aos demais alimentos, a grande maioria da população se alimentava de vegetais e frutas locais (62,8) diariamente. O segundo maior consumo era o de carnes e animais locais com 51,3% de consumo pelo menos uma vez na semana, ficando muito próximo da terceira opção que foi a de consumo de aves e ovos locais, também, pelo menos uma vez na semana (50,6%). Os dados demonstraram que a opção por alimentos da região é expressiva em termos de uso de vegetais, frutas e de alimentos de origem animal.

O consumo mensal de carnes entre os casos (43,9 %) foi significativamente maior do que dentre os controles (16,2 %) - $p < 0,04$, quando os indivíduos foram separados pelo local de moradia.

O resultado acima demonstrou que o consumo de peixes na população estudada foi significativo para casos e controles. Durante a entrevista, observou-se que, por se tratar de município distante de regiões marinhas, os peixes consumidos são em sua totalidade oriundos de rios e represas da região. Outra informação relevante quanto à procedência dos alimentos, é que a população informou que grande parte dos alimentos, como grãos, café, açúcar, massas e frutas vem de outras regiões principalmente de Juiz de Fora, com papel importante na concentração e distribuição de diversos alimentos e insumos, motivo do encarecimento dos alimentos, o que justificaria o elevado gasto da renda familiar com alimentação.

O município produzia pouca quantidade e variedade de alimentos, entre eles mandioca, milho e hortaliças diversas em pequena escala, produzidas por agricultores familiares. Ainda assim, havia necessidade de complementação oriunda de outras regiões. Outro fato era que, de todos os itens da alimentação mensal, a carne bovina era a de valor mais elevado, mesmo assim, ainda era a proteína mais consumida.

5.3 Dados da exposição ambiental ao mercúrio

No total, foram coletadas noventa e cinco amostras ambientais, sendo 32 de água, 20 de solo e 43 amostras de ar, no período de 29 de setembro a 04 de outubro de 2014, (**Tabela 13**, anexo 1). As análises foram realizadas em pontos distribuídos entre a área urbana e área rural.

Os principais corpos hídricos, reservatórios, locais de captação de água para abastecimento, pontos de abastecimento e residências forneceram ar, água e solo para análise. A seleção dos locais de coleta das amostras seguiu critérios acordados entre a equipe durante as visitas de campo sobre as possíveis fontes de exposição da população ao mercúrio, como leitura instantânea de mercúrio no ar acima do branco do

equipamento, áreas cultivadas (lavouras ou hortas), proximidade de corpos hídricos e regiões sabidamente com mercúrio no solo.

A **Tabela 13** (anexo 1) apresenta as concentrações de mercúrio encontradas no ar, água e solo de Descoberto, sendo o número de amostras coletadas igual a 43, 33 e 21, respectivamente. O nível médio de mercúrio encontrado no ar foi de $39,4 \pm 37,5$ ng m⁻³, com mediana em 27,8 ng m⁻³. No entanto, outras três regiões apresentaram concentrações maiores do que aquelas da conhecida zona contaminada. Uma delas foi o local de captação de água (132 ng m⁻³), que abastece a cidade, enquanto que as outras duas foram no ponto número 21 (138,6 ng m⁻³) e no ponto número 19 (112 ng m⁻³). O solo apresentou uma média de $0,37 \pm 0,71$ mg kg⁻¹. O valor mínimo foi de 0,083 mg kg⁻¹, enquanto a máxima foi encontrada na área contaminada com um valor de 3,43 mg kg⁻¹. No que se refere às amostras de água, 81% (27) das amostras recolhidas mostraram resultados abaixo do limite de detecção ($\leq 0,90$ ng L⁻¹). Porém, o mercúrio estava presente em seis outras áreas relevantes como pontos de abastecimento e tratamento de água, com valores variando entre 1,1 a 2,8 ng L⁻¹.

5.3.1 Análise das Amostras de ar

As amostras de ar (anexo 2) apresentaram níveis elevados não só no município de Descoberto mas também nos municípios limítrofes Itamarati de Minas e Leopoldina.

O Ministério do Meio Ambiente determina limites para a concentração de mercúrio no ar, apenas o Ministério do Trabalho e Emprego estabelece um valor teto para concentração de mercúrio no ambiente de trabalho, Norma Regulamentadora n° 15. Assim, o Limite de Tolerância (LT) fixado para mercúrio é de 40 µg m⁻³ para uma jornada de trabalho de até 48h por semana, o que significa que esse valor não pode ser ultrapassado em momento algum da jornada de trabalho (Brasil, MT, NR n°15). Na Colômbia e Bolívia, o valor de referência (VR) para mercúrio no ar, no caso de exposição ambiental, é de 1 µg m⁻³ (OPAS/OMS,2011).

No caso das amostras de ar de Descoberto, nenhuma amostra ultrapassou o LT ou VR.

No mapa de leituras do mercúrio no ar (anexo 2), pode-se observar, que os níveis mais elevados encontram-se próximos à área de solo contaminado com o metal, com valores de 105,5 ng m⁻³ e 138,2 ng m⁻³. O nível médio de mercúrio encontrado no ar foi de 39,4 ± 37,5 ng m⁻³, com mediana em 27,8 ng m⁻³. A área onde o mercúrio fluiu do solo mostrou níveis elevados, variando de 55 a 105 ng m⁻³. No entanto, observa-se, também, que além do município de Descoberto, outros municípios limítrofes também apresentaram leitura elevada para a presença do metal, como Leopoldina e Itamarati de Minas. Três regiões apresentaram concentrações maiores do que aquelas encontradas na conhecida zona contaminada. Um deles foi o local de captação de água (132 ng m⁻³), que abastece a cidade, enquanto os outros dois foram ponto 21 (124,6 e 138,6 ng m⁻³) e ponto 19 (112 ng m⁻³).

5.3.2 Análise das amostras de água

No que se refere às amostras de água (anexo 3), 81 % (27) das amostras recolhidas foram abaixo do limite de detecção ($\leq 0,90$ ng L⁻¹). Porém, o mercúrio estava presente, em outras seis amostras provenientes de áreas relevantes, tais como as destinadas ao abastecimento de água, variando entre 1,1 e 2,8 ng L⁻¹, nas áreas de captação pela empresa de abastecimento e em mina de uso coletivo instalada na entrada da cidade.

No Brasil, as normas e padrões de potabilidade de água destinadas ao consumo humano aplicam-se para todo o território nacional e estão contempladas na Portaria N°36, do Ministério da Saúde, de 19 de janeiro de 1990. Esta portaria permite um valor máximo de 1µg L⁻¹ para mercúrio em águas com qualidade adequada ao consumo humano (água potável). Este é um valor bastante permissivo, uma vez que o valor basal para a concentração de mercúrio é da ordem de 0,1 a 3 ng L⁻¹ em águas doces (Micaroni, et.al., 2000).

A classificação de águas é feita em todo território nacional de acordo com a Resolução CONAMA N° 20, de 18 de julho de 1986, em um total de 9 classes, sendo

que a Resolução separa águas doces (salinidade < 0,05%) em 5 tipos: Classe Especial, Classe 1 até 4, nas quais as restrições às impurezas diminuem conforme o número da classe aumenta. As águas salinas (salinidade igual ou superior a 3 %) são classificadas como Classe 5 e 6, e finalmente as águas salobras (salinidade entre 0,05 e 3 %) são Classe 7 e 8. Para a Classe 1, o teor máximo de mercúrio permitido é de $0,2 \mu\text{g L}^{-1}$, para a Classe 2 é de $2 \mu\text{g L}^{-1}$, para as Classes 5 e 7 é de $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$, enquanto para as demais classes, não são especificados teores máximos para o mercúrio. Já nos Estados Unidos para a água potável americana, o teor máximo de mercúrio permitido é de $2 \mu\text{g L}^{-1}$ (Micaroni, et.al., 2000).

A legislação do Estado de São Paulo, decreto N°8468 de 08 de setembro de 1976, por exemplo, foi pioneira em estipular padrões de emissão líquida e gasosa. No caso das águas, existem apenas 4 Classes: Classe 1 – destinada ao abastecimento sem tratamento prévio ou com simples desinfecção, as Classes 2 e 3 - destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, e Classe 4 - destinada ao abastecimento público após tratamento avançado. Nas águas Classe 1 não são tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados. As demais classes admitem lançamentos que não causem alteração dos parâmetros máximos permitidos para cada uma das classes. No caso específico do mercúrio, o limite máximo para as Classes 2 e 3 é de $2,0 \mu\text{g L}^{-1}$, enquanto que, para a Classe 4, o valor é o mesmo somente no caso desta vir a ser utilizada para o abastecimento público. Com relação aos efluentes, a legislação do estado de São Paulo permite um valor máximo de mercúrio idêntico ao encontrado na legislação federal ($0,01 \text{ mg L}^{-1}$) (Micaroni, et.al., 2000).

A Portaria do Ministério da Saúde 518/04 (Brasil, MS, 2010), estabelece como qualidade da água para consumo humano um padrão de potabilidade $0,001 \text{ mg L}^{-1}$ ($1 \mu\text{g L}^{-1}$). A Resolução CONAMA 357/05 (RB) classifica a qualidade das águas superficiais nas seguintes categorias descritas abaixo:

Águas doces – classe I e II – $0,0002 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio total ($0,2 \mu\text{g L}^{-1}$), Águas doces – classe III – $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio total ($2 \mu\text{g L}^{-1}$), Águas salinas – classe I – $0,002 \text{ mg/L}$ de mercúrio total ($2 \mu\text{g L}^{-1}$), Águas salinas – classe II – $0,0018 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio total ($1,8 \mu\text{g L}^{-1}$), Águas salobras– classe I – $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ de

mercúrio total ($2 \mu\text{g L}^{-1}$), Águas salobras – classe II – $0,0018 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio total ($1,8 \mu\text{g L}^{-1}$), Lançamento de efluentes – $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio total ($10 \mu\text{g L}^{-1}$).

E na Resolução CONAMA 396/08, classifica a qualidade das águas subterrâneas nos Valores Máximos Permitidos (VMPs) para Consumo humano – $0,001 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio ($1 \mu\text{g L}^{-1}$), Dessedentação de animais – $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio ($10 \mu\text{g L}^{-1}$), Irrigação – $0,002 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio ($2 \mu\text{g L}^{-1}$), Recreação – $0,001 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio ($1 \mu\text{g L}^{-1}$), Limite de quantificação praticável – $0,001 \text{ mg L}^{-1}$ de mercúrio ($1 \mu\text{g L}^{-1}$).

No que se refere às amostras de água, 81 % (27) das amostras coletadas ficaram abaixo do limite de detecção ($\leq 0,90 \text{ ng L}^{-1}$). No entanto, o mercúrio estava presente em outras seis amostras provenientes de áreas relevantes, tais como abastecimento e tratamento de água, variando de $1,1 - 2,8 \text{ ng L}^{-1}$. A Cetesb estabeleceu o valor de 1000 ng L^{-1} como Valor de Intervenção para águas subterrâneas (CETESB, 2014).

A Comunidade Europeia estabelece 1000 ng L^{-1} como limite para tratamento físico e químico de águas superficiais. No Brasil, o limite para água potável e água subterrânea para consumo humano também é de 1000 ng L^{-1} (OPAS/OMS, 2011).

5.3.3 Análise das Amostras de solo

O solo (anexo 4), apresentou uma média de $0,37 \pm 0,71 \text{ mg kg}^{-1}$ e $0,22$ de mediana. O valor mínimo foi de $0,083 \text{ mg kg}^{-1}$, enquanto o valor máximo foi encontrado na área contaminada ($3,43 \text{ mg kg}^{-1}$). Esses valores elevados foram encontrados na região sabidamente contaminada com o metal.

Segundo a CETESB (2014, 2005), os limites de mercúrio para o solo são os seguintes: segundo o valor de referência de qualidade, que é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, que define um solo como limpo, deve ser igual a $0,05 \text{ mg Kg}^{-1}$; segundo o valor de prevenção, que é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele ainda seja capaz de sustentar

as suas funções, deve ser de $0,5 \text{ mg Kg}^{-1}$ e para os valores de intervenção, quando a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico, e que no caso para as áreas agrícolas AP Max é de $1,2 \text{ mg Kg}^{-1}$.

Ainda segundo a CETESB (2014, 2005), a área será classificada como Área Contaminada sob Investigação quando houver constatação da presença de contaminantes no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos Valores de Intervenção, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco.

Para Hg no solo no Brasil, temos a Resolução CONAMA 420/09 – critérios e valores orientadores de qualidade do solo, com os seguintes valores de referência: Valor de Referência de Qualidade (VRQ) – Cada UF deverá apresentar o seu; Valor de prevenção - $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (ppm); Valor de investigação – solo agrícola APMax - 12 mg kg^{-1} (ppm); Valor de investigação – solo residencial- 36 mg kg^{-1} (ppm); Valor de investigação – solo industrial - 70 mg kg^{-1} (ppm) e Valor de investigação – água subterrânea - $1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$.

No Estado de São Paulo, há a Decisão de Diretoria no 195-2005, que estabelece os seguintes valores: Valor de Referência de Qualidade (VRQ) – $0,05 \text{ mg kg}^{-1}$ (ppm); Valor de prevenção - $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (ppm); Valor de investigação – solo agrícola APMax - 12 mg kg^{-1} (ppm); Valor de investigação – solo residencial- 36 mg kg^{-1} (ppm); Valor de investigação – solo industrial - 70 mg kg^{-1} (ppm) e Valor de investigação – água subterrânea - $1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$.

5.3.4 Análises das amostras biológicas

Foram coletadas 94 amostras de cabelo e 84 de urina. No entanto, 30 % das amostras de cabelo foram perdidas devido à massa insuficiente, uma vez que, em geral, os homens tinham cabelo muito curto. Portanto, foram analisadas 66 amostras de cabelo e 84 de urina.

O nível médio de Hg na urina foi de $0,15 \pm 0,30 \mu\text{g L}^{-1}$, com a mediana em $0,23 \mu\text{g L}^{-1}$. A concentração variou desde o limite de detecção ($\leq 0,006 \mu\text{g L}^{-1}$) a $1,76 \mu\text{g L}^{-1}$. O nível mínimo de mercúrio no cabelo foi $\leq 0,096 \mu\text{g g}^{-1}$, enquanto que $1,92 \mu\text{g g}^{-1}$ foi o máximo. A média encontrada foi de $0,25 \pm 0,28 \mu\text{g g}^{-1}$ e a mediana foi $0,15 \mu\text{g g}^{-1}$.

Após estratificação por gênero e idade, a faixa etária que apresentou a maior mediana para a urina ($0,12 \mu\text{g L}^{-1}$) foi de 11-20 anos para as mulheres, enquanto que aquelas com idade entre 31 e 40 anos mostraram as maiores concentrações de mercúrio no cabelo (mediana: $0,24 \mu\text{g g}^{-1}$). Em relação aos homens, a maior mediana foi de $0,18 \mu\text{g L}^{-1}$ para a urina na faixa etária de 51 a 60 anos. Por outro lado, os idosos entre 71 e 80 anos, apresentaram os níveis mais elevados de Hg no cabelo (mediana: $0,26 \mu\text{g g}^{-1}$).

A Norma Regulamentadora nº 7, do Ministério do Trabalho e Emprego, estabeleceu $5 \mu\text{g g}^{-1}$ creatinina, que corresponde aproximadamente a $7 \mu\text{g L}^{-1}$, para mercúrio na urina como valor de referência, que é aquele encontrado em pessoas não expostas ocupacionalmente (Brasil, MS, 2010). No entanto, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2008), os níveis de mercúrio na urina dificilmente excedem $7 \mu\text{g L}^{-1}$ em pessoas que não estejam expostas ocupacionalmente ao metal. Um valor de referência para Hg-U até $5 \mu\text{g L}^{-1}$ foi estabelecido por um programa internacional europeu sobre toxicologia dos metais (Scientific Committee on Toxicology of Metals of the International Commission on Occupational Health - ICOH).

A legislação brasileira não estabelece valor de referência para mercúrio em cabelo. Entretanto, vários estudos têm sido desenvolvidos com diferentes populações expostas ambientalmente. A análise de cabelo de 312 indivíduos de população ribeirinha da Amazônia revelou que a maioria apresentava níveis de Hg no cabelo ($6,3 - 62,7 \mu\text{g g}^{-1}$) maiores do que aqueles considerados normais pela OMS ($7 \mu\text{g g}^{-1}$) (Oliveira et.al.,2010). Em outra pesquisa realizada com ribeirinhos do Rio Madeira, a concentração média de mercúrio no cabelo foi igual a $17,4 \pm 11,5 \mu\text{g g}^{-1}$, com apenas 7% apresentando concentrações $<5 \mu\text{g g}^{-1}$ e 75% com níveis acima de $10 \mu\text{g g}^{-1}$ (Oliveira et.al.,2010). O nível normal de mercúrio no cabelo é em torno de 1 a $2 \mu\text{g g}^{-1}$, porém as pessoas que consomem peixes podem apresentar concentrações superiores a $10 \mu\text{g g}^{-1}$ (OPAS/OMS, 2011).

No caso de exposição ocupacional, o controle biológico de Hg na urina é regulamentado pela NR 7 – Atividades e operações insalubres – Port. GM 3.214/78 (última alteração em 13/03/08), que estipula como Valor de Referência da Normalidade (VR) aquele possível de ser encontrado em populações não - expostas ocupacionalmente ($5 \mu\text{g}$ de Hg g^{-1} de creatinina). Por outro lado o Índice Biológico Máximo Permitido (IBMP) estabelece como o valor máximo do indicador biológico para o qual se supõe que a maioria das pessoas ocupacionalmente expostas não corre risco de danos à saúde. A ultrapassagem deste valor significa exposição excessiva ($35 \mu\text{g}$ de Hg g^{-1} de creatinina) (Brasil, MS, 2010).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os resultados obtidos nas análises ambientais e biológicas, concluiu-se que a população da cidade de Descoberto encontra-se em situação de exposição ambiental ao mercúrio, pois, evidenciou-se presença de mercúrio em todos os compartimentos ambientais analisados principalmente no ar e também no solo onde o mercúrio ainda está enterrado na região denominada Serra do Grama. Também as análises de urina em alguns entrevistados apresentou mercúrio, e mesmo sendo valores pequenos e de acordo com a legislação vigente, inexpressíveis, é um elemento estranho à composição da urina, denotando situação de exposição ao metal.

Portanto tendo em vista a importância das atividades de vigilância em saúde dessa população é importante o monitoramento ambiental, acompanhamento da população exposta e a elaboração de estratégia de comunicação de risco, como uma das etapas do gerenciamento do risco ambiental à exposição ao mercúrio.

A população que fez parte desse estudo, apresentou características socioeconômicas que foram fundamentais para a elaboração da comunicação de risco, pois trata-se de uma população de baixa escolaridade, baixa renda familiar e individual e com recursos aos meios de informação muito limitados, tanto em se tratando de meios

de informação diária com jornais, informes e boletins, como de meios de informação mais tecnológicos como acesso à internet. A grande maioria dos entrevistados não tem acesso à internet e mesmo tendo o telefone celular como principal meio de comunicação entre interpessoal, ainda assim, não tem acesso digital via aparelho telefônico. O rádio foi o veículo de comunicação de escolha dessa população, mas a emissora mais ouvida está localizada no município vizinho de São João Nepomuceno, fato que desmotivou uma comunicação de risco vinculada por algum programa de rádio.

Portanto a escolha mais adequada foi a elaboração de um folder que aborde a temática do mercúrio na região. As informações presentes nesse folder constam de dados geográficos básicos sobre a cidade de Descoberto, a caracterização do mercúrio como elemento tóxico nocivo à saúde humana e ao ambiente, medidas de vigilância em saúde humana e ambiental que vem sendo desenvolvidas em Descoberto desde a ocorrência do afloramento do mercúrio na região da Serra do Gramma onde ele se encontra, ainda, enterrado; as atividades que vem sendo desenvolvidas na região pelo projeto “Elaboração de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas para Populações Expostas ao Mercúrio” vem desenvolvendo desde 2014, do qual faz parte esse trabalho e as demais recomendações de monitoramento à saúde ambiental e humana; como proteger a saúde e o ambiente dos malefícios do mercúrio e por fim os contatos para a obtenção de informações, orientações e referências.

O principal objetivo dessa comunicação de risco é informar a população sobre os riscos que o mercúrio pode trazer à saúde humana e ao ambiente, e como a população pode se prevenir de situações de exposição ambiental e consequente adoecimento.

Para a sua elaboração, realizou-se reuniões com os técnicos da Superintendência Regional de Saúde de Juiz de Fora, da Secretaria Municipal Saúde de Descoberto e da Secretaria Municipal Saúde de São João Nepomuceno, que participaram das discussões.

Esses folders deverão ser distribuídos à população do município de Descoberto, independente do local de residência, da escolaridade, idade ou estrato social. Fica à critério da gestão de saúde local a melhor logística para a distribuição da comunicação de risco, de modo a atingir um maior número possível de municípios.

A segunda opção foi a elaboração de um vídeo de animação, com o objetivo de alcançar um maior número de pessoas. Esse vídeo poderá ser exposto nas escolas, nas reuniões das unidades de saúde e em outras situações de organização da sociedade local. A motivação é que a partir da mensagem transmitida, a população, os gestores locais, profissionais de saúde e de meio ambiente possam discutir o problema da exposição e se apropriarem de um conhecimento mínimo que lhes permitam acompanhar as medidas que vem ou virão a ser tomadas no sentido de resolver a questão da contaminação e promover a melhoria da qualidade ambiental e conseqüentemente de saúde da população.

Cabe ressaltar que a comunicação de risco, neste caso em Descoberto tem a função precípua de informar a população sobre a gravidade da toxicidade do mercúrio a fim de estimular a população a pensar nos interesses do bem estar da saúde e do ambiente; estimular a participação da população como atores ativos nas discussões do problema de exposição ambiental que existe no município, que envolve ouvir, falar, questionar; exigir dos gestores locais esclarecimentos sobre as medidas de remediação necessárias à resolução do problema, pois afinal a população, representada por diversos atores sociais, é a principal interessada sobre os riscos e sobre as decisões tomadas no sentido de sua minimização e controle.

Outro objetivo é que estes materiais possam ser adaptados para outras áreas de exposição ambiental e humana ao mercúrio, em especial para as localidades de alcance do Projeto como os municípios de Poconé, no Mato Grosso e Humaitá, na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. *Ambientalização das Lutas Sociais – o caso do movimento por justiça ambiental*. Estudos Avançados . São Paulo. V. 24. Nº 68. 2010. 103-119p. ISSN 0103-4014
- Agência Portuguesa do Ambiente. ONU – Convenção de Aarhus. Disponível em: <<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=142&sub2ref=726&sub3ref=727>>. Acesso em 05/02/2015.
- ALEXANDRE, A. F. *A Dinâmica da Sociedade de Risco Segundo Antony Giddens e Ulrich Beck*. Geosul, Florianópolis, v.15, 0.30, p 150-167, jul/dez. 2000.
- ALMEIDA, L. M. de. *Comunicação do Risco em Saúde Pública*. Disponível em: <<http://pns.dgs.pt/files/2011/01/lma.pdf>> Acesso em 01/02/2015
- ALMEIDA, L. M. de. *Comunicação do Risco em Saúde Pública*. Riscos Públicos e Industriais, C. Guedes Soares, A.P. Teixeira e P. Antão (Eds). Salamandra. Lisboa, 2007. p. 97-112. ISBN 978-972-689-231-1
- AMORIM, L. C. A. *O Uso dos Biomarcadores na Avaliação da Exposição Ocupacional a Substâncias Químicas*. Rev. Bras. Med. Trab., Belo Horizonte. Vol. 1. Nº 2. Out-Dez. 2003. 124-132p.
- ANGER, D.B.C. *Comunicação de Riscos na Resolução de Dilemas Sociais: estudo de casos brasileiros em racionamento de água e energia elétrica*. São Paulo. USP, 2008. 178p. Dissertação (mestrado). Orientação Leandro Leonardo Batista. Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo.
- AUGUSTO, L. G. da S. & FREITAS, C. M. de. *O Princípio da Precaução no uso de indicadores de riscos químicos ambientais em saúde do trabalhador*. Ciência & Saúde Coletiva. 3 (2). 1998. 85-95p.
- BARROS FILHO, C. de. *Ética na Comunicação*. 6ª. Ed. São Paulo. Summus, 2008. 235p. ISBN 978-85-323-0506-0.
- BASTOS, W. R. & LACERDA, L. D. de. *A contaminação por mercúrio na bacia do Rio Madeira: uma breve revisão*. Geochimica Brasiliensis, 18(2). 2004. 099-114p. Disponível em: <www.geobrasiliensis.org.br>. Acesso em 20/01/2016.
- BASTOS, W.R.; GOMES, J.P.O.; OLIVEIRA, R.C.; ALMEIDA, R.; NASCIMENTO, E.L.; BERNARDI, J.V.E.; LACERDA, L.D.; SILVEIRA, E.G. & PFEIFFER, W.C. *Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil*. Science of the Total Environment. 2006. 368. 344–51p.

BERLIN, M; ZALUPS, R. K. & FOWLER, B. A. *Mercury*. In NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A & NORDBERG, M. (org). Handbook on the Toxicology of Metals. Vol. I. General Considerations. Chapter nº46. Elsevier. 4ª. Edição. 2015. 1448p.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466/12 sobre pesquisa envolvendo seres humanos. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>> Acesso em: 10 de agosto de 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde*. Brasília: MMA, 2010. 46 p. ISBN 978-85-63879-04-02. Disponível em: <<http://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/pdf/gerenciamento.pdf>> Acesso em 02/02/2015

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Convenção de Basiléia: Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/convencao-de-basileia>> Acesso em 02/12/2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diagnóstico Preliminar sobre o Mercúrio no Brasil - Perfil do Gerenciamento de Mercúrio no Brasil, incluindo seus Resíduos / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2011. 107p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Mercurio/Diagnostico%20preliminar%20do%20mercurio%20no%20Brasil_FINAL%20_2013.pdf>. Acesso em 06/12/2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portal Brasil. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente>> Acesso em 07/03/2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Segurança Química – Mercúrio. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/mercurio>> Acesso em 03/12/2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf> Acesso em 14/06/2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Gestão da Comunicação Aplicada à Saúde: a Percepção dos Gestores (Relatório de Pesquisa). Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/gestao_comunicacao_vigilancia_saude.pdf>. Acesso em 02/06/2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Coletânea de*

Informações sobre o Mercúrio Incluindo padrões ambientais no Brasil. Brasília. 2010. 13p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1990. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt0036_19_01_1990.html> Acesso em 16/01/2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora N°7, 1°/10/1996. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/cipa998/norma-regulamentadora-7.pdf>> Acesso em 12/03/2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora N° 15. Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3F9B201201407CE4F9BC105D/Anexo%20n.%C2%BA%2011_%20Agentes%20Qu%C3%ADmicos%20-oler%C3%A2ncia.pdf>. Acesso em Ago 2015.

BRASIL. Município de Descoberto (site oficial). Disponível em <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-descoberto.html>> Acesso em 17/01/2015.

BRASIL. Município de Ribeirão Preto. Principais ações em vigilância sanitária. 2013. 56p. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/Cartilha%20VISA%202013_GVS%2024.pdf> Acesso em 14/06/2016.

BRILHANTE, O. M. & CALDAS, L. Q. de A. (Coord). *Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1999. 155 p. ISBN 85-85676-56-6.

CAPUCHO, H. C., BRANQUINHO, S. & REIS, L. V. dos. *Gerenciamento de Riscos e Segurança do Paciente*. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. SP. 2010. 50p. Disponível em: <<http://www.sbrafh.org.br/site/public/temp/510f0a460507f.pdf>> Acesso em 25/03/2016.

CASTIEL, L. D. *Insecurity, Ethics and Communication in Public Health*. Revista de Saúde Pública. 37(2): p161-7. 2003. Disponível em <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v37n2/15281.pdf>> Acesso em 25/01/2016.

CETESB. *Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2014*. Disponível em: <<http://solo.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/34/2014/12/valores-orientadores-nov-2014.pdf>> Acesso em 23/10/2015

CETESB. *DECISÃO DE DIRETORIA N° 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005*. Disponível em: <<http://www.agsolve.com.br/pdf/artigos/novatabelacetesb2005.pdf>> Acesso em 23/10/2015.

- COPELAND, C., MILFORD, J., STAMPER, V. & WILLIAMS, M. *Mercury on the Horizon: how epa's policies allow increasing mercury pollution in the West*. Environmental Defense. 2007. 44p.
- DI GIULIO, G. M., FIGUEIREDO B. R. & FERREIRA, L. da C. *Avaliação, comunicação e percepção de riscos associados a desastres naturais: uma contribuição aos estudos ambientais*. Revista Ciência e Cultura. Vol.65 n°4 São Paulo 2013.
- DI GIULIO, G. M., FIGUEIREDO B. R. & FERREIRA, L. da C., ANJOS, J. A. S. A. dos. *Comunicação e governança do risco: A experiência brasileira em áreas contaminadas por chumbo*. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas v. XIII, n. 2 . p. 283-297. Jul.-dez. 2010
- DI GIULIO, G. M., FIGUEIREDO B. R. & FERREIRA, L. da C., ANJOS, J. A. S. A. dos. *Experiências brasileiras e o debate sobre comunicação e governança do risco em áreas contaminadas por chumbo*. Revista Ciência e saúde coletiva vol.17 no.2. Rio de Janeiro. Feb. 2012.
- DI GIULIO, G. M., FIGUEIREDO, B. R. de & FERREIRA, L. da C.. *Comunicação de Risco e Mídia: Um debate sobre dois casos brasileiros*. IV Encontro Nacional da Anppas 4,5 e 6 de junho de 2008. Brasília - DF – Brasil. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT10-893-630-20080506214848.pdf>> Acesso em 28/03/216.
- EATON, D. L. & KLAASSEN, C.D. Principles of Toxicology. Chapter 2. p.11-34. *In CASARETT AND DOULL'S – Toxicology: the basic science of poisons*. 6ª. Ed. USA. McGraw-Hill. 2001. 1236p. ISBN 0-07-134721-6.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL BUREAU (EEB). *Zero Mercury - Key issues and policy recommendations for the EU Strategy on Mercury*. 2005. 143p. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/zero.pdf>>. Acesso em 20/03/2016.
- FAUSTMAN, E. M.& OMENN, G. S. Risk Assessment. Chapter 4. p.83-104. *In CASARETT AND DOULL'S – Toxicology: the basic science of poisons*. 6ª. Ed. USA. McGraw-Hill. 2001. 1236p. ISBN 0-07-134721-6.
- FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Diagnóstico da contaminação ambiental em Descoberto, em decorrência do afloramento de mercúrio em dezembro de 2002. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte. FEAM. 2005. 166p.
- FERNANDÉZ, H. D. Plan Estratégico de Comunicación (PEC), para la Industria Minera Argentina. Rio de Janeiro, CETEM/MCT/CNPq/CYTED/UIA. 2006. 202p. ISBN 85-7227-228-3.

FORTES, P. A. de C. & E. L. C. P. ZOBOLI. (Orgs). *Bioética e Saúde Pública*. São Paulo, SP. Ed. Do Centro Universitário São Camilo. 2004. 171p. ISBN 85-15-02702 -X.

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Diagnóstico da Contaminação ambiental em Descoberto, Minas Gerais, em Decorrencia do Afloramento de Mercúrio em Dezembro de 2002. Belo Horizonte. FEAM. 2005. 166p.

GALLIGAN, C., MOROSE, G. & GIORDANI, J. *An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products*. The Maine Department of Environmental Protection. University of Massachusetts Lowell. 2003. 85p.

GARRAFA, V. *Inclusão Social no Contexto Político da Bioética*. Revista Brasileira de Bioética. v.1, n.2, p.122-132, 2005. Disponível em <<http://www.bioetica.org/cuadernos/bibliografia/garrafa.pdf>> Acesso em 07/01/2016.

GOMES, A. C.; GOMES, A. I. & RIBEIRO, J. Comunicação de Risco: Mercúrio. TCC. Porto. Portugal. 2014. Orientação Fernando Remião. Faculdade de Farmácia. Universidade do Porto. Disponível em: <<http://cat2490.wix.com/mercurio2014tox#!comunicacao-do-risco/c11e9>> acesso em 14/06/2016

GOYER, R. A. & CLARKSON, T. W. Toxic Effects of Metals. p.811-867. In CASARETT AND DOULL'S – Toxicology: the basic science of poisons. 6ª. Ed. USA. McGraw-Hill. 2001. 1236p. ISBN 0-07-134721-6.

HACON, S. *Mercúrio no Meio Ambiente: Riscos para o Homem*. 2012. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/034112/034112-04.pdf>>. Acesso em 06/12/2014.

HADDAD, I. *Eliminação do uso do mercúrio: uma reflexão para saúde*. Revista Acreditação. V. 5, n. 9. 2015. p.151-163. ISSN 2237-5643. Disponível em: <<http://cbacred.tempsite.ws/ojs/index.php/Acred01/article/view/213>> Acesso em 25/02/2016.

HOSHINO, A. C. H; PACHECO-FERREIRA, H.; MALM, O.; CARVALLO, R. M.; & CÂMARA, V. M. *A systematic review of mercury ototoxicity*. Cadernos de Saúde Pública vol.28 n°7 Rio de Janeiro July. 2012.

HOSHINO, A.; PACHECO-FERREIRA, H.; SANCHES, S. G. G.; CARVALLO, R.; CARDOSO, N.; PEREZ, M. & CÂMARA, V. M. *Mercury Exposure in a Riverside Amazon Population, Brazil: A Study of the Ototoxicity of Methylmercury*. International Archives Otorhinolaryngol. vol.19 n°2 São Paulo Apr./June. 2015.

INTERNATIONAL JOINT COMMISSION - The International Air Quality Advisory Board of the International Joint Commission. *Addressing Atmospheric*

- Mercury: Science and Policy* – Workshop. Research Triangle Park, North Carolina. 2001. Disponível em <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd56/mercury/mercury.html>> Acesso em 18/03/2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=312130>> Acesso em 17/01/2015.
- JACOBSEN, M. G. *Comunicação de Risco: uma análise das estratégias de comunicação da Vale S.A.* TCC. Porto Alegre. 2015. 93p. Orientação Ana Karim Nunes. Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação. Universidade federal do Rio Grande do Sul.
- JATOBÁ, S. U. S.; CIDADE, L.C.F. & VARGAS, G.M.- *Ecologismo, Ambientalismo e Ecologia Política: diferentes visões da sustentabilidade e do território.* Revista Sociedade e Estado. Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 47-87, jan./abr. 2009.
- JUNGUES, J.R. *Right to Health, biopower and bioethics.* Interface – Comunicação, Saúde e Educação, v.13, n.29, p.285-95, abril/junho, 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/icse/v13n29/en_v13n29a04.pdf> Acesso em 07/01/2016.
- JUNGUES, J.R. *A Proteção do Meio Ambiente na Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos.* Revista Brasileira de Bioética. v.2, n.1, p.21-38, 2005. Disponível em <<http://www.globethics.net>> Acesso em 07/01/2016.
- LACERDA, L. D. de & MALM, O. *Contaminação por mercúrio em ambientes aquáticos: uma análise das áreas críticas.* Estudos Avançados, 22(63). 2008. 173-190p. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/index.php/eav/article/view/10299>> Acesso em 12/01/2016.
- LANDRIGAN, P.; NORDBERG, M.; LUCCHINI, R.; NORDBERG, G.; GRANDJEAN, P.; IREGREN, A.; & LORENZO ALESSIO, L. *The Declaration of Brescia on Prevention of the Neurotoxicity of Metals.* American Journal of Industrial Medicine. Wiley-Liss, Inc. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Lucchini/publication/228346442_The_Declaration_of_Brescia_on_Prevention_of_the_Neurotoxicity_of_Metals/links/0fcfd50fd7be233e52000000.pdf> Acesso em 17/04/2016.
- LAUREANO, M. A. P. *Gestão de Segurança da Informação.* São Paulo, 2005. Disponível em <http://www.mlaureano.org/aulas_material/gst/apostila_versao_20.pdf>. Acesso em 02/02/2016.

- LINHARES, D. P.; SILVA, J. M. da; GOMES, J. P. O.; ALMEIDA, R. & BASTOS, W. R. Mercúrio em diferentes tipos de solos marginais do baixo Rio Madeira – Amazônia Ocidental. *Geochimica Brasiliensis*. 23 (1). 2009. 117-130p.
- LOPES, F., RUÃO, T., MARINHO, S.. *Gripe A na Imprensa Portuguesa: uma doença em notícia através de uma organizada estratégia de comunicação*. Observatorio (OBS*) Journal, vol.4, nº4. 2010. 139-156p. Disponível em: <<http://www.obs.obercom.pt/index.php/obs/article/viewFile/442/398>> Acesso em 06/01/2016
- LOUREIRO, C. F. B. & LAYRARGUES, P. P. – *Ecologia Política, Justiça e Educação Ambiental Crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica*. Trabalho, Educação e Saúde. Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 53-71, jan/abr. 2013.
- LOURENÇO, M. R. & MARCHIORI, M. *A Prática da Comunicação de Risco nas Organizações*. *Facsi em Revista*. Ano 4. V. 4, edição especial. 2012. ISSN 2177-6636. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-estudo/gecorp/images/Artigo__A_Comunica%C3%A7%C3%A3o_de_Risco_nas_Organiza%C3%A7%C3%B5es_Facsi__em_Revista.pdf>. Acesso em 02/02/2016.
- MARTINEZ-ALIER, J. – *El Ecologismo de Los Pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*, Barcelona, Icaria, 3ª.ed. 2005
- MARTINI JUNIOR, L. C. de. *Comunicação de Riscos Tecnológicos Ambientais*. *Revista da Associação Brasileira de Engenharia de Produção* vol.5 no.2 São Paulo. Jul./dez. 1995.
- MICARONI, R. C. da 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, p.487-495. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2648.pdf>> Acesso em 02/03/2016
- MORGADO, I. S.. *Direitos do Homem, Imprensa e Poder*. Livros LabCom. Covilhã, Portugal. 2009. 353p.
- NARDOCCI, A. C. *Gerenciamento Social dos Riscos*. *Revista de Direito Sanitário*. V.3, n.1, março, 2002. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/81297/84936>> Acesso em 18/01/2016.
- OLIVEIRA, R.C.; DÓREA, J.G.; BERNARDI, J.V.E.; BASTOS, W.R.; ALMEIDA, R. & MANZATTO, A.G. *Fish consumption by traditional subsistence villagers of the Rio Madeira (Amazon): Impact on hair Mercury*. *Annals of Human Biology*. 2010. v.37: 629–42.
- Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS). *Guia de Comunicação Social e Comunicação de Risco em Saúde Animal*. Serie de Manuais Técnicos No. 10. Rio de Janeiro: PANAFTOSA-OPAS/OMS, 2007. 112p. ISSN 0101-6970.

- Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS). *Cooperação Técnica entre Brasil, Bolívia e Colômbia: Teoria e Prática para o Fortalecimento da Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Mercúrio*. Brasília. Organização Pan-Americana da Saúde, 2011. 101 p. ISBN 978-92-75-71658-8.
- PACHECO-FERREIRA, H. *Epidemiologia das Substâncias Químicas*. Capítulo 26. In MEDRONHO, R. A. *Epidemiologia*. 2^a. Edição. Atheneu. Rio de Janeiro. 2008. 790p.
- PACHECO-FERREIRA, H. *Mercúrio na Amazônia: efeitos sobre a saúde das populações ribeirinhas*. Belém, Pará. 2001. 172p. Tese. Orientação Edna Castro. Co-orientação Volney Camara. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Universidade federal do Pará.
- PERALTA, C. E.; ALVARENGA, L. J. & AUGUSTIN, S. (Org). *Direito e Justiça Ambiental: diálogos interdisciplinares sobre a crise ecológica*. Educs. Caxias do Sul, RS. 2014. 386p. ISBN 978-85-7061-750-7
- POFFO, I. R. F., GOUVEIA, J. L. N. & HADDAD, E.; *Acidentes Ambientais e Comunicação de Risco*. II Congresso Brasileiro de Comunicação Ambiental, São Paulo. 2005. Disponível em: <http://emergenciasquimicas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2013/12/ac_amb_comunic_riscos.pdf> Acesso em 05/02/2016.
- POFFO, I. R. F.; *Informação e Comunicação de Risco em Emergências Químicas*. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/cursode/p/modulos/modulo_3.6.pdf> Acesso: 03/03/2016
- PORTO, M. F. de S. *Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integrarmos o local e o local na promoção da saúde e da justiça ambiental*. Rio de Janeiro, FIOCRUZ. 2012. 270 p. ISBN: 978-85-7541-300-5.
- PORTO, M. F. & PACHECO, T – *Conflitos e injustiça ambiental em saúde no Brasil*. Tempus. Actas em Saúde Coletiva, vol.4, n. 4, p. 26-37. 2009.
- Projeto Caruso. Degradação ambiental, mercúrio e saúde no Tapajós. Santarém. Pará. 2008. 24p. Disponível em: https://unites.uqam.ca/gmf/caruso/doc/cartilha_2008/Cartilha%20Caruso%202008.pdf Acesso em 14/06/2016.
- RANGEL, M. L. *Comunicação no controle de risco à saúde e segurança na sociedade contemporânea: uma abordagem interdisciplinar*. Ciência e saúde coletiva. 2007, vol.12, n.5, pp. 1375-1385. ISSN 1678-4561.
- REMPE, E. F., VASCONCELOS NETO, R. & AMORIM, L. de A. *Coletânea de Informações Sobre o Mercúrio. 4º GT Lâmpadas Mercuriais – CONAMA*.

- Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental. Brasília. 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0E732C8D/ColetaneaHg_MinSaude_27jan10.pdf> Acesso em 22/05/2015.
- RINALDI, A. & D. BARREIROS. *A Importância da Comunicação de Risco para as Organizações*. Organicom. Ano 4. N.6. 1º semestre, 2007. P136-147.
- ROCHA NETO, A. da. Convenção de Minamata – Seminário e Atualização sobre o Mercúrio. Ministério do Trabalho e Emprego. FUNDACENTRO-SP, 2013. Disponível em: http://www.fundacentro.gov.br/Arquivos/sis/EventoPortal/AnexoPalestraEvento/SeminarioMercurio_Fundacentro_ConvencaoMinamata_6e7%2008%2013.pdf Acesso em 04/02/2015.
- RODRIGUES, A. P. de C., CASTILHO, Z. C., CESAR, R. G., ALMOSNY, N. R. P., LINDE-ARIAS, A. R. & BIDONE, E. D. *Avaliação de Risco Ecológico: conceitos básicos, metodologia e estudo de caso*. Rio de Janeiro, CETEM/MCT. 2011. 126p.
- RODRIGUES, C. D. R. *Risco, Comunicação e Cinema: O Documentário do Risco como Potência Narrativa*. São Paulo. Tese. Escola de Comunicação e Artes. Universidade de São Paulo. Orientador: Sergio Bairon. 2014. 170p.
- SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos*. São Paulo. Oficina dos Textos. 2008. 496p. ISBN 978-85-86238-79-6.
- SANDMAN, P. M. Risk Communication: Facing Public Outrage. EPA Journal (U.S. Environmental Protection Agency), November, 1987, pp 21-22. Disponível em: <<http://www.psandman.com/articles/facing.htm>> Acesso em 08/06/2015.
- SANTOS, R. F. dos (org). *Vulnerabilidade Ambiental – desastres naturais ou fenômenos induzidos?* Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. V.991. Brasília: MMA, 2007. 192 p. ISBN 978-85-7738-080-0. Disponível em: <http://fld.com.br.s125105.gridserver.com/arquivos/Vulnerabilidade_Ambienta_l_Desastres_Naturais_ou_Fenomenos_Induzidos.pdf> . Acesso em 30/01/2015.
- SARIKAYA, S., KARCIOGLU, O., AY, D., CETIN, A., AKTAS, C. & SERINKEN, M. *Acute Mercury Poisoning: a case report*. BMC Emergency Medicine, 2010,10:7. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/documentosdigitales/bvsde/texcom/cd050644/ssarikaya.pdf>> Acesso em 02/03/2016
- SOUZA, J. S.; BATISTA, G. & BERNSTEIN, A. *Mercúrio na Amazônia: a bomba relógio bioquímica*. 2014. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/quimica/0019.html>>. Acesso em; 04/02/2015

TIBIRIÇÁ, L. G., LIMA, C. V. de, BOTELHO, N. F., SOUZA, J. R. de,. *Análise de Mercúrio Total em Cabelos para Verificação de Contaminação Ambiental no Garimpo do Tucano em Monte Alegre de Goiás*. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/Painel08.pdf>> Acesso em 01/02/2015.

TINÔCO, A. A. P.; AZEVEDO, I. C. d'A. D. de; MARQUES, E. A. G.; MOUNTEER, A. H.; MARTINS, C. de P.; NASCENTES, R.; REIS, E. L. & NATALINO, R. *Avaliação de Contaminação por Mercúrio em Descoberto, MG – Nota Técnica*. Engenharia Sanitária e Ambiental. v.15 n.4, out/dez. 2010 305-314p.

TINOCO, A. A. P., AZEVEDO, I. C. d'A. D. de, MARQUES, E. A. G., MOUNTEER, A. H., MARTINS, C. de P., NASCENTES, R., REIS, E. L. & NATALINO, R. *Avaliação de Contaminação por Mercúrio em Descoberto, MG*. Engenharia Sanitária Ambiental. Vol.15 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2010.

TURINI, C. A. – *Fundamentos de Toxicologia*. Disponível em: <<http://ltc.nutes.ufjf.br/toxicologia/modIII.htm>> Acesso em 02/12/2014.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Convenção de Aarhus. Disponível em<<http://www.unece.org/env/pp/introduction.html>>Acesso em 05/02/2015.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP) Global Mercury Assessment 2013 - Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Mercurio/GlobalMercuryAssessment2013.pdf>> Acesso em 06/11/2014.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP). The Negotiating Process. Disponível em: <<http://www.unep.org/chemicalsandwaste/hazardoussubstances/Mercury/Negotiations/tabid/3320/Default.aspx>> Acesso em 03/12/2014.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP). Minamata Convention on Mercury. 2013. Disponível em <<http://www.mercuryconvention.org/>> Acesso em 02/12/2014.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP). Minamata Convention on Mercury. 2015. Disponível em <<http://www.mercuryconvention.org/>> Acesso em 03/02/2016.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP). Global Mercury Assessment. 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80037/Mercurio/GlobalMercuryAssessment2013.pdf>>. Acesso em 02/02/2015.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP). *Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and*

Environmental Transport. Disponível em:
<<http://www.unep.org/PDF/PressReleases/GlobalMercuryAssessment2013.pdf>>
Acesso em 16/02/2016.

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP).
Global Mercury Assessment 2002. Disponível em:
<<http://www.unep.org/gc/gc22/Document/UNEP-GC22-INF3.pdf>> Acesso em 02/02/2015..

World Health Organization (WHO). *Mercury Air Quality Guidelines* - Chapter 6.9.
Second Edition. Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000.
Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/6_9mercury.pdf> Acesso em 10/02/2016

World Health Organization (WHO). United Nations Environment Programme (UNEP).
Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemical (IOMC).
Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva:
WHO, 2008. 176p.

ANEXOS

Anexo 1 – tabelas de 2 a 13

Tabela 2 - Estratificação da população por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 3 - Estratificação da população por cor auto declarada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 4 - Distribuição por faixa etária e gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 5 - Perfil da escolaridade da população entrevistada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 6 - Relação entre renda individual e familiar da população entrevistada, definida por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 7 - Atividades laborais e gênero – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 8 - Contato com mercúrio direto ou indireto, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 9 - Dados socioeconômicos da população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 10 - Hábitos alimentares, quanto na população considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014 p.

Tabela 11 - Hábitos alimentares quanto à ingestão de carnes na população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 12 - Consumo de peixes, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

Tabela 13 - Pontos de coleta de ar, água e solo, com a respectiva concentração de mercúrio. Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Anexo 2 - Mapa 1 – Amostras de ar- Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Anexo 3 - Mapa 2 – Amostras de água - Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Anexo 4 - Mapa 3 – Amostras de solo - Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Anexo 5 – Ficha 1 – Identificação, hábitos de vida, dados sócio-econômicos e demográficos (parte integrante do Projeto “Elaboração de Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas para a Vigilância da Saúde das Populações Expostas ao Mercúrio”).

Anexo 6 – Comunicação de risco – Folder.

Anexo 1 – tabelas de 2 a 13

Tabela 2 - Estratificação da população por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

GENERO	TIPO DE PACIENTE					
	CASO		CONTROLE		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
MASCULINO	30	57,7	21	53,8	51	56,0
FEMININO	22	42,3	18	46,2	40	44,0
TOTAL	52	100,0	39	100,0	91	100,0

Tabela 3 - Estratificação da população por cor auto declarada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

COR AUTO - DECLARADA	TIPO DE PACIENTE					
	CASO		CONTROLE		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
BRANCA	46	86,8	31	79,5	77	83,7
NEGRA	4	7,5	5	12,8	9	9,8
AMARELA	3	5,7	3	7,7	6	6,5
TOTAL	53	100,0	39	100,0	92	100,0

Tabela 4 - Distribuição por faixa etária e gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

FAIXA ETÁRIA (anos)	HOMEM				MULHER			
	CASO	%	CONTROLE	%	CASO	%	CONTROLE	%
< 1 ano	0	0,0	0	0,0	1	4,17	0	0,0
1 - 10 anos	5	13,15	0	0,0	5	20,83	0	0,0
11 - 20 anos	4	10,53	0	0,0	1	4,17	4	36,36
21 - 30 anos	2	5,26	1	20,0	2	8,33	3	27,27
31 - 40 anos	2	5,26	0	0,0	4	16,66	1	9,09
41 - 50 anos	6	15,79	1	20,0	5	20,83	1	9,09
51 - 60 anos	9	23,7	0	0,0	3	13,2	0	0,0
61 - 70 anos	7	18,42	1	20,0	1	4,17	0	0,0
> 70 anos	3	7,89	2	40,0	2	8,33	2	18,9
TOTAL	38	100,0	5	100,0	24	100,0	11	100,0

OBS

Sem informação alguma = 11

Tabela 5 – Perfil da escolaridade da população entrevistada, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

ESCOLARIDADE (Reclassificada)	TIPO DE PACIENTE					
	CASO		CONTROLE		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
até 4a. Série (1º grau)	21	61,8	26	76,5	47	69,1
> 4a. Série (1º grau)	13	38,2	8	23,5	21	30,9
TOTAL	34	100,0	24	100,0	66	100,0

Tabela 6 - Relação entre renda individual e familiar da população entrevistada, definida por gênero, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

RENDA MENSAL (R\$724,00) salário mínimo (s.m)		HOMEM				MULHER			
		CASO	%	CONTROLE	%	CASO	%	CONTROLE	%
INDIVIDUAL	< 1 (s.m)	5	17,24	0	0	4	33,34	2	33,34
	1 (s.m)	21	72,41	2	100	8	66,66	3	50
	2 (s.m)	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 (s.m)	1	3,45	0	0	0	0	0	0
	4 (s.m)	2	6,9	0	0	0	0	0	0
	> 4 (s.m)	0	0	0	0	0	0	1	16,66
TOTAL		29	100	2	100	12	100	6	100
FAMILIAR	< 1 (s.m)	3	9,38	0	0	0	0	1	16,66
	1 (s.m)	16	50	0	0	5	27,78	2	33,34
	2 (s.m)	7	23,33	0	0	8	44,44	2	33,34
	3 (s.m)	2	6,25	2	100	2	11,11	0	0
	4 (s.m)	4	12,5	0	0	3	16,66	0	0
	> 4 (s.m)	0	0	0	0	0	0	1	16,66
TOTAL		32	100	2	100	18	100	6	100

Sem informação alguma - 15 (menores)

Sem informação de renda individual - 9

Sem informação de renda familiar - 1

Sem informação sobre residência - 4 (3 homens e 1 mulher)

s.m – salário mínimo (R\$724,00)

Tabela 7 - Atividades laborais e gênero – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

ATIVIDADES LABORAIS	HOMEM		MULHER	
	n	%	n	%
Desemprego	3	10,0		
Trabalhador rural	13	43,33	2	7,14
Funcionário público	1	3,33		
Construção civil	1	3,33		
Autônomo serviços gerais	1	3,33	2	7,14
Auxiliar de lavanderia	1	3,33		
Motorista	1	3,33		
Do lar			7	25,0
Doméstica			2	7,14
Manicure			2	7,14
Confecção			1	3,57
Tec. Enfermagem			1	3,57
Enfermeira			1	3,57
Aposentado	7	23,33	9	32,14
Não informado	2	6,66	1	3,57
TOTAL	30	100,0	28	100,0

Tabela 8 - Contato com mercúrio direto ou indireto, considerando a relação caso-controlado – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

TIPO DE PACIENTE	CONTATO	COM O MERCURIO		TOTAL
		DIRETO	INDIRETO	
CASO	SIM	4	1	5
	%	9,5	2,4	5,9
	NÃO	38	41	79
	%	90,5	97,6	94,1
	TOTAL	42	42	84
	%	100,0	100,0	100,0
CONTROLE	SIM	3	3	6
	%	8,3	8,6	8,5
	NÃO	33	32	62
	%	91,7	91,4	91,5
	TOTAL	36	35	71
	%	100,0	100,0	100,0

Tabela 9 - Dados socioeconômicos da população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

ITENS	CASO				CONTROLE				TOTAL			
	SIM	%	NÃO	%	SIM	%	NÃO	%	SIM	%	NÃO	%
Possui microcomputador	7	17,1	34	82,9	5	14,3	30	85,7	12	15,8	64	84,2
Possui telefone fixo	0	0,0	41	100,0	5	13,9	31	86,1	5	6,5	72	93,5
Possui telefone celular	37	90,2	4	9,8	34	91,9	3	8,1	71	91,0	7	9,0
Possui acesso à internet	4	9,8	37	90,2	5	14,3	30	85,7	9	11,8	67	88,2
Possui TV por assinatura	4	10,0	36	90,0	4	11,1	32	88,9	8	10,5	68	89,5
Possui TV em cores	39	95,1	2	4,5	36	97,3	1	3,7	75	96,2	3	3,8
Possui rádio	41	100,0	0	0,0	33	89,2	4	10,8	74	94,9	4	5,1
Possui água encanada	35	100,0	0	0,0	34	97,1	1	2,9	69	98,6	1	1,4

Tabela 10 - Hábitos alimentares quanto na população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

HÁBITOS DE CONSUMO	N	Diário (%)	N	Semanal (%)	N	Mensal (%)	N	NÃO (%)
Aves e ovos locais	21	27,3	39	50,6	14	18,2	3	3,9
Carne e animais locais	10	12,8	40	51,3	24	30,8	4	5,1
Frutas e vegetais locais	49	62,8	24	30,8	4	5,1	1	1,3

Tabela 11 - Hábitos alimentares quanto à ingestão de carnes na população considerando a relação caso- controle – Descoberto, Minas Gerais, 2015.

CONSUMO DE CARNE	CASO		CONTROLE		TOTAL	
	SIM	%	SIM	%	SIM	%
Nunca	1	2,4	3	8,1	4	5,1
Mensal	18	43,9	6	16,2	24	30,8
Semanal	19	46,3	21	56,8	40	51,3
Diário	3	7,3	7	18,9	10	12,8
Total	41	100,0	37	100,0	78	100,0

Tabela 12 - Consumo de peixes, considerando a relação caso-controle – Descoberto, Minas Gerais, 2014.

CONSUMO DE PEIXES	TIPO DE PACIENTE					
	CASO		CONTROLE		TOTAL	
	n	%	n	%	n	%
SIM	27	64,3	27	73,0	54	68,4
NÃO	15	35,7	10	27,0	25	31,6
TOTAL	42	100,0	37	100,0	79	100,0

Tabela 13: Pontos de coleta de ar, água e solo, com a respectiva concentração de mercúrio. Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.

Pontos	Concentração de Mercúrio		
	Ar (ng m ⁻³)	Água (ng L ⁻¹)	Solo(HgT) (mg kg ⁻¹)
1	35	N	N
2	26	≤0,90	N
3	40	≤0,90	N
4	40	N	N
5	18	≤0,90	0,353
6	21	≤0,90	N
7	29	≤0,90	0,443
8	34	≤0,90	0,329
9	106	≤0,90	N
10	69	N	N
11	64	N	N
12	16	≤0,90	3,431
13	73	≤0,90	N
14	55	≤0,90	0,381
15	71	≤0,90	0,236

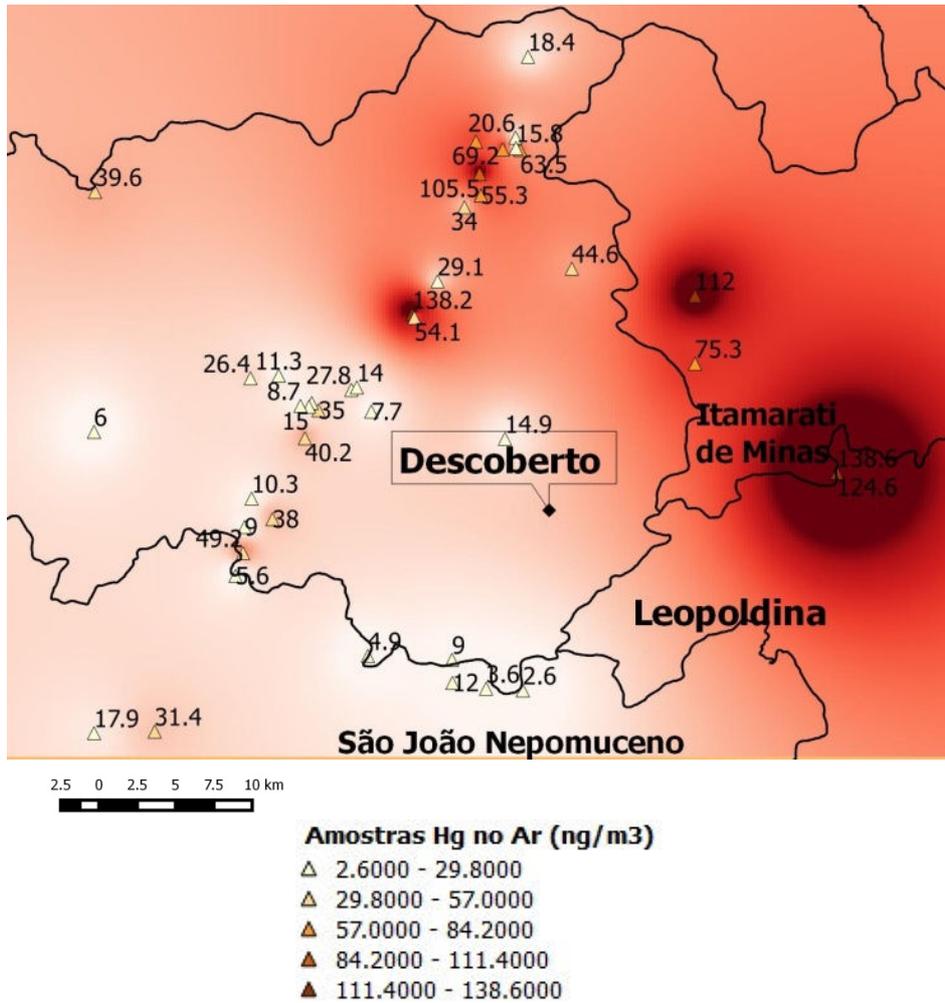
16	138	1,3	0,226
17	54	≤ 0,90	0,272
18	45	≤ 0,90	N
19	112	≤ 0,90	0,122
20	75	N	N
21	125	≤ 0,90	0,140
22	139	≤ 0,90	0,236
23	3	N	0,111
24	12	N	N
25	5	N	0,122
26	6	N	N
27	49	N	N
28	9	≤ 0,90	0,187
29	10	≤ 0,90	0,167
30	6	≤ 0,90	0,083
31	9	≤ 0,90	0,179
32	4	≤ 1,9	0,229
33	31	0,193
33.1		2,7
33.2		1,0
34	18	N	N
35	38	≤ 0,90	0,215
36	12	< 2,7	0,220
37	28	≤ 0,90	N
38	14	1,8	N
39	8	≤ 0,90	N
40	15	N
41		≤ 0,90

42		$\leq 0,90$
43	15	N	N
44	9	$\leq 0,90$	N
45	12	$\leq 0,90$	N
46	N	$\leq 0,90$	N
47	N	$\leq 0,90$	N
48	N	$\leq 0,90$	N

N – Não

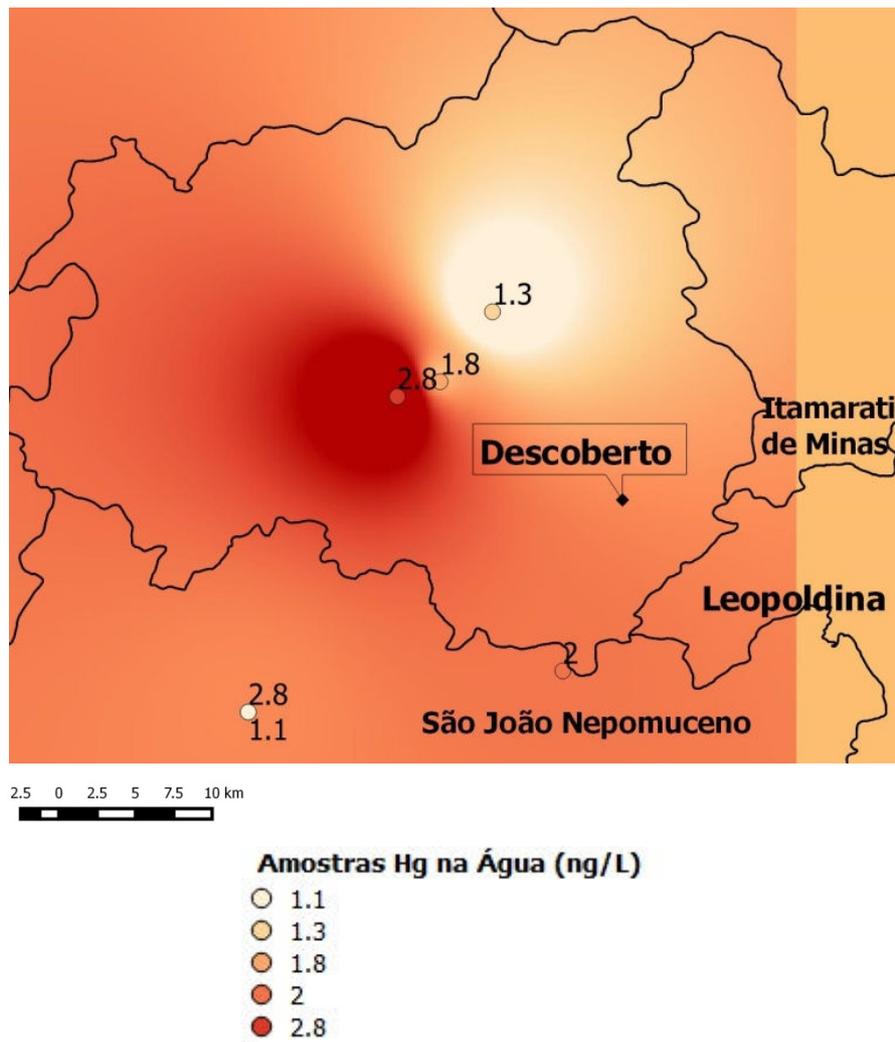
Anexo 2 – mapa 1

Mapa 1 – Amostras de ar - Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.



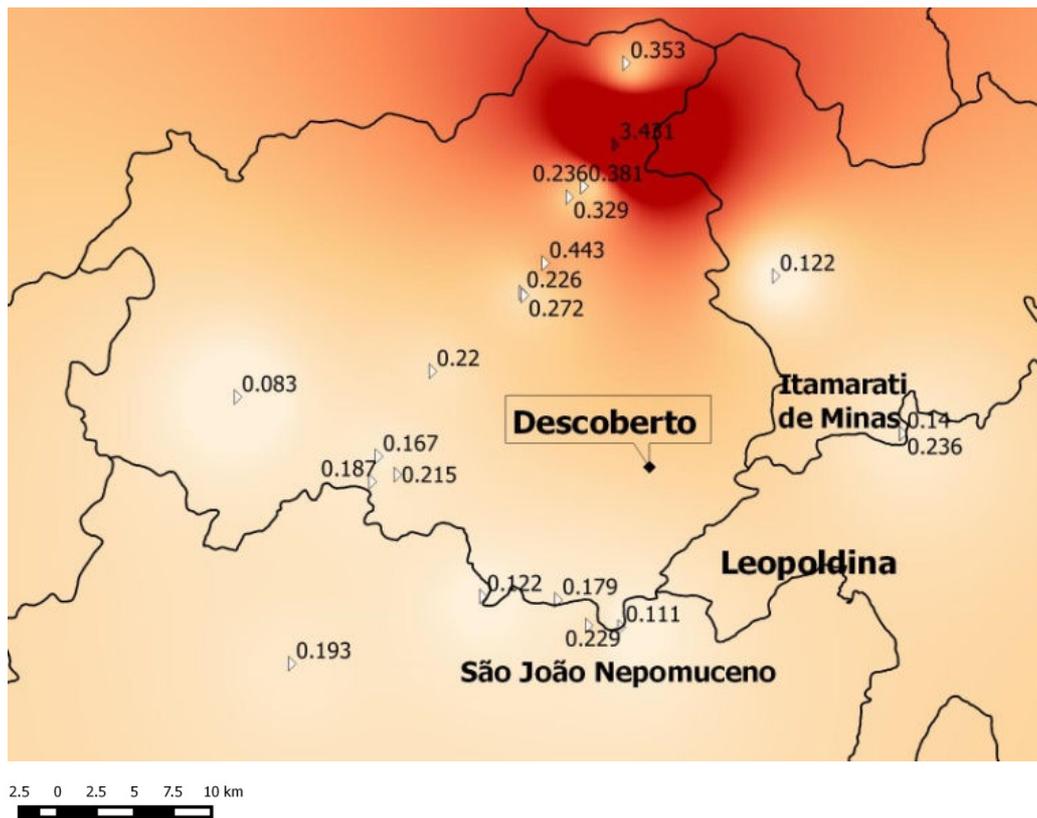
Anexo 3 – mapa 2

Mapa 2 – Amostras de água - Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.



Anexo 4 – mapa 3

Mapa 3- Amostras de solo - Município de Descoberto/MG/Br, 29/09 a 04/10 de 2014.



Amostras Hg no solo (mg/Kg)

- ▷ 0.0830 - 0.7526
- ▷ 0.7526 - 1.4222
- ▷ 1.4222 - 2.0918
- ▷ 2.0918 - 2.7614
- ▷ 2.7614 - 3.4310

Anexo 5

Protocolo para Vigilância da Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio

Ficha 1 – Identificação, hábitos de vida, dados sócio-econômicos e demográficos
(Preenchimento pelo técnico de enfermagem, enfermeiro, assistente social)

Nome	:
<input type="text"/>	
Nascimento:	<input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Idade: <input type="text"/> <input type="text"/> (A=anos, M=Meses, D=Dias)
Sexo:	(M) <input type="checkbox"/> (F) <input type="checkbox"/>
Cor (Auto declarada)	
<input type="checkbox"/> Branca <input type="checkbox"/> Negra <input type="checkbox"/> Amarela () Indígena (etnia e língua falada)	
<input type="checkbox"/> <input type="text"/> () não sabe	
Criança em período de aleitamento	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não)
Criança: Peso ao nascer	<input type="text"/> . <input type="text"/> kg , Comprimento ao nascer (cm) <input type="text"/>
Semanas completas de gestação ao nascimento	<input type="text"/>

Prontuário	<input type="text"/> . <input type="text"/>
Endereço:	<input type="text"/>
Data entrevista:	<input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
Nome do entrevistador:	<input type="text"/>

A. DADOS DA EXPOSIÇÃO

1. Atividade profissional/ocupacional:

2. Tem contato direto com mercúrio? (1=Sim; 2=Não)

há quanto tempo? . /anos) Frequência no último ano:
(1=diária; 2=semanal; 3=quinzenal; 4=mensal 5=bimestral; 6=semestral; 7=1 x no ano)

3. Tem contato indireto com mercúrio? (1=Sim; 2=Não)

Há quanto tempo? . /anos) Frequência no último ano
(1=diária; 2=semanal; 3=quinzenal; 4=mensal 5=bimestral; 6=semestral; 7=1 x no ano)

Em caso positivo, de que forma ?

4. Manuseia metal (1=Sim; 2=Não)

nome(s):

Frequência (1=diária; 2=semanal; 3=quinzenal; 4=mensal; 5=menos de uma vez por mês)

Em caso positivo, de que forma ?

5. Manuseia agrotóxico/inseticida (1=Sim; 2=Não)

nome(s):

Frequência (1=diária; 2=semanal; 3=quinzenal; 4=mensal; 5=menos de uma vez por mês)

Em caso positivo, de que forma ?

A. DADOS DA EXPOSIÇÃO (Continua)

6. Manuseia solvente (1=Sim; 2=Não)

nome(s):

Frequência (1=diária; 2=semanal; 3=quinzenal; 4=mensal; 5=menos de uma vez por mês)

Em caso positivo, de que forma ?

7. Local de moradia:

Área contaminada? (1=sim 2= não) Há quanto tempo? . anos

Nome do local onde obtém água potável:

8. Hábitos alimentares:

Consumo de peixes? (1=Sim; 2=Não) Frequência
(1=menos de uma vez por mês; 2=uma a três vezes por mês; 4=semanalmente;
5=diariamente)

nomes dos peixes que consome regularmente?

Você consome aves e ovos locais? (0 = Nunca; 1=mensal; 2=semanal; 3=diária)

Você consome carne de vaca e outros animais da produção local ?
(0 = Nunca; 1=mensal; 2=semanal; 3=diária)

Você consome vegetais e frutas da produção local?
(0 = Nunca; 1=mensal; 2=semanal; 3=diária)

9. Número de dentes com amálgamas: dentes

B. DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS
MORADIA

10. Tipo de moradia:

(1=Casa; 2=Apartamento; 3=Cômodo; 4=Albergue.Hotel,Pensão; 5=Instituição Fechada)

11. Quantas pessoas residem com você?

(0=Nenhum; 1=Um ou dois; 2=Três ou quatro; 3=Cinco ou seis; 4=Mais de seis; 5=Não se aplica; 6=Ignorado)

12. Quais dos itens abaixo há em sua residência? (*LER AS OPÇÕES*)

Item	Possui ?	Quantidade
Microcomputador	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
Telefone Fixo	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
Telefone Celular	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
Acesso à Internet	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
TV por assinatura	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
TV em cores	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
Rádio	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>
Água Encanada	<input type="checkbox"/> (1=Sim; 2=Não; 9=Ignorado)	<input type="checkbox"/>

13. Quem é o chefe da residência?

Anexo 6

COMUNICAÇÃO DE RISCO - FOLDER

A CIDADE DE DESCOBERTO/MG E O MERCÚRIO NO SOLO



Pelos relatos locais e alguns registros históricos, a região de Descoberto, na Zona da Mata de Minas Gerais, cidade com 213,198Km² e 4.757 hab (censo de IBGE 2010) sempre teve exploração de ouro e era comum o uso do mercúrio para essa prática. Além do despejo do mercúrio para o meio ambiente, áreas garimpeiras instaladas nas margens do Córrego Rico, na Região do Grama, quando desativadas, podem ter deixado mercúrio em estado puro (líquido) enterrado no local.



Fig.1

Em 20 de dezembro de 2002, na localidade denominada Serra da Grama, esse produto começou a aflorar, trazendo perigos para a saúde e para o ambiente. O ponto de afloramento encontra-se a, aproximadamente, 20 m do córrego Rico, que deságua no ribeirão do Grama. A área no entorno do foco, cerca de 450 ha, é constituída por Mata Atlântica, cachoeiras e diversas espécies de fauna e flora, típicas do bioma.

MERCÚRIO



fig.2

O Mercúrio é um metal líquido, prateado e denso, de alta volatilidade na temperatura ambiente, conhecido desde os tempos da antiga Grécia. Também é chamado de hidrargírio, azougue, hidrargírio e prata-viva. É um dos mais tóxicos poluentes.

É considerado um contaminante global porque uma vez liberado, o mercúrio permanece no meio ambiente, circulando entre o ar, a água, o sedimento, o solo, e a biota, onde

assume diversas formas químicas. É muito usado no garimpo do ouro e está presente em termômetros, aparelhos de pressão e lâmpadas fluorescentes, entre outros produtos.



Fig 3



Fig. 4



Fig.5



Fig. 6

O mercúrio é TÓXICO.

No meio ambiente pode poluir a terra, o ar e a água e dessa forma pode chegar às pessoas e aos animais e afetar sua saúde.

A exposição ambiental e ocupacional ao mercúrio pode afetar o cérebro, o coração, os rins, pulmões, o sistema imunológico e outros órgãos.

EM DESCOBERTO, ALGUMAS MEDIDAS DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE HUMANA E AMBIENTAL VEM SENDO DESENVOLVIDAS, PARA RESOLVER O PROBLEMA DO MERCÚRIO NO AMBIENTE:

- Desde 2002 vem sendo realizados diversos estudos na região;
- A área, foi isolada e cadastrada nos órgãos ambientais;
- Recomendado a remediação do solo;
- Recomendado a remoção das pessoas próximas ao local para evitar a exposição e conseqüentemente o adoecimento.

Em 2014, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), inicia uma nova pesquisa para fins de elaborar o “Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Vigilância em Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio” (Edital: Termo de Cooperação 171/2012 – UFRJ e Ministério da Saúde). Esse trabalho vem sendo realizado em conjunto com as equipes de saúde local e de vigilância em saúde da Superintendência Regional de Saúde de Juiz de Fora.

As recomendações são:

- Monitorar o ambiente e a água de consumo;
- Acompanhar o trabalho de remediação do solo contaminado;
- Implementação de ações de vigilância em saúde;
- Elaboração de estratégias de comunicação do risco.



COMO PROTEGER A SAÚDE E O AMBIENTE

- **Caso você saiba de alguma área de garimpo, ou do aparecimento de mercúrio em alguma região próxima à você ou sua família entre em contato com a unidade de saúde ou fale com seu agente de saúde;**
- **Deixe o mercúrio no local onde ele aflorar e avise o agente de saúde. Não pegue o mercúrio e não leve ele para sua casa ou trabalho;**
- **Crianças e adultos e devem ficar afastados do local onde houver mercúrio;**
- **Animais domésticos e de produção devem ficar, também, afastados do local onde houver mercúrio.**

INFORMAÇÕES

(32)3257-8831 (Vigilância Ambiental/JF)
(32) 3265-1248 (UBS Eurípedes Lopes/Descoberto)
**(21)3938-6267 (Centro de Informação Toxicológica/CIT-
UFRJ/RJ)**

Elaboração:

Ana Paula da C. F. de Amorim – UFRRJ/UFRJ
João Luiz Julião – SES/JF/MG
Wagner Luiz de Almeida - SES/JF/MG
Dalilla Cintra Barbosa Fenton – SMS/Descoberto/MG
Fabrício Oliveira Florentino – SMS/SJN/MG
AMORIM, A.P.C.F. - Fotos

* Esse folder faz parte da dissertação de mestrado de Ana Paula da C.F. de Amorim – Elaboração de Estratégias de Comunicação de Risco para Populações Expostas ao Mercúrio – o caso em Descoberto/MG. PPGPDS/UFRJ, RJ, 2016, orientação da Profa. Dra. Heloísa Pacheco-Ferreira/UFRJ, no âmbito da pesquisa “Elaboração Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas para Vigilância em Saúde de Populações Expostas ao Mercúrio”.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde*. Brasília: MMA, 2010. 46 p. ISBN 978-85-63879-04-02. Disponível em: <<http://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/pdf/gerenciamento.pdf>>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Segurança Química – Mercúrio. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/mercurio>>

BRASIL. Município de Descoberto (site oficial). Disponível em <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-descoberto.html>>

Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Diagnóstico da Contaminação ambiental em Descoberto, Minas Gerais, em Decorrencia do Afloramento de Mercúrio em Dezembro de 2002. Belo Horizonte. FEAM. 2005. 166p.

Fig 1: <http://aldeiadem.com/categoria/curiosidades/5>

Fig 2: <http://brasilescola.uol.com.br/quimica/metais.htm>

Fig 3: <http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/09/mercurio-tilizado-no-garimpo-cao-contaminacao-no-solo-e-em-pessoas.html>

Fig 4: <http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/automatizacao-e-robotica/testo-do-brasil-instrumentos-de-medicao-ltda-/produtos/instrumentacao/termometro-de-temperatura-interna>

Fig 5: <http://centercorhospitalar.com.br/esfigomanometro.php>

Fig 6: <http://pulsoeletromagnetico.blogspot.com.br/2011/02/lampadas-fluorescentes-vs-lampadas.html>

Apoio

