

## POLUIÇÃO POR MERCÚRIO E SAÚDE HUMANA NO VALE DO TAPAJÓS

*Elisabeth C. de Oliveira Santos*<sup>(1)</sup>, *Iracina Maura de Jesus*<sup>(1)</sup>, *Edilson Brabo*<sup>(1)</sup>, *Edvaldo C. Brito Loureiro*<sup>(1)</sup>, *Gregório Carrera Sá Filho*<sup>(1)</sup>, *Artur Mascarenhas*<sup>(2)</sup>, *Kleber Freitas Fayal*<sup>(1)</sup>, *Marcelo de Oliveira Lima*<sup>(1)</sup>, *Alexandre Pessoa da Silva*<sup>(4)</sup>, *Volney de Magalhães Câmara*<sup>(4)</sup>

- 1 - MS/FUNASA/Instituto Evandro Chagas – SAMAM, Belém, Pará, Brazil.
- 2- Secretaria Executiva de Indústria, Comércio e Mineração do Estado do Pará, Brazil.
3. AMBIOS Engenharia e Processos Ltda. Rua Califórnia n° 792-CEP 04566-06-Brooklin-São Paulo- SP- e-mail: contato@ambios.com.br
- 4 - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

### INTRODUÇÃO

O trabalho se propõe a registrar, de forma superficial, as circunstâncias que nos últimos trinta anos vem condicionando a saúde humana na região, na medida em que as mesmas se refletem em alterações do meio ambiente e na capacidade do homem regional para defender sua vida e integridade.

A distribuição populacional característica da região, assim como a composição das populações Amazônicas, têm sido grandemente afetadas pela política de desenvolvimento adotada pelo Estado. Com o propósito de integrar a Amazônia ao esforço de modernização do país, o governo brasileiro promoveu, a partir da segunda metade dos anos 60, diversas estratégias que consistiram principalmente na abertura de estradas ligando a Amazônia ao resto do país; na implantação de usinas hidrelétricas que estimulariam o desenvolvimento industrial da região; na transformação de órgãos oficiais em agentes de distribuição de incentivos fiscais a empresas privadas; implantação de um sistema de comunicações difundido por satélite; na ampliação do regime de incentivos fiscais e financeiros; na concentração de recursos nos chamados "pólos de desenvolvimento agropecuário e agrominerais" e na tentativa de implantação de programas de exploração integrada (Santos *et al.*, 1992).

*Roberto C. Villas Bôas*, *Christian Beinhoff*, *Alberto Rogério da Silva*,  
Editors

Essas estratégias estimularam a vinda de imigrantes oriundos de outras regiões, resultando em acelerada e desordenada ocupação dos espaços amazônicos, alterando o equilíbrio natural do ambiente, agravando e dispersando as endemias locais, introduzindo outras anteriormente inexistentes e degradando o meio ambiente regional, promovendo risco à saúde em decorrência do aumento da concentração de poluentes. Entre estes poluentes destaca-se o mercúrio utilizado no processo de produção de ouro (Câmara & Corey, 1992; Santos, 1993, Santos *et al.*, 1995).

Conseqüentemente a isso houve uma sensível desatualização da infra-estrutura de atendimento no campo da saúde e do saneamento, da alfabetização e da educação fundamental, do abastecimento alimentar e de consumo em geral, de criação e recomposição do emprego, treinamento de mão-de-obra, transporte da produção e de passageiros, hierarquização equilibrada das cidades surgentes e dos centros urbanos tradicionais.

No campo, a ocupação da floresta pelos projetos agropecuários, madeireiros, por estradas, construções de hidrelétricas, exploração mineral e demais recursos naturais, tem expulsado sistematicamente as populações pré-existentes para fronteiras mais longínquas, e causado graves desequilíbrios ambientais (Santos *et al.*, 1992).

A saúde das populações regionais, autóctones ou imigrantes, não poderia ficar indiferente a tão numerosas e expressivas mudanças a interferirem com intermitência quotidiana no meio ambiente, no regime de trocas sociais, no movimento geográfico das populações, nos contactos humanos, na expansão ou estimulação de agentes etiológicos das enfermidades.

A garimpagem de ouro, cujos primeiros registros na Amazônia remontam ao século XVIII, começou a proliferar significativamente na região na década de 70, com o Plano de Integração Nacional e a construção das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém (Santos *et al.*, 1992).

Até a segunda metade da década dos 70, a lavra garimpeira na Amazônia era exclusivamente manual e se localizava tradicionalmente nas planícies de inundação dos cursos d'água, nos paleo-aluviões e, mais raramente, em aluviões ativos, apoiada em

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

equipamentos rudimentares como pás, picaretas, etc, e o mercúrio só era usado na concentração final do minério. A partir daí, o trabalho passa a ser desenvolvido com o auxílio de maquinário que retira o capeamento do solo através de desmonte hidráulico utilizando um conjunto de moto-bomba. Agora, o mercúrio (azougue), além de ser usado na caixa concentradora, é lançado diretamente nos barrancos. Em alguns locais como nos rios Madeira e Tapajós, a garimpagem é igualmente feita no próprio leito ativo das drenagens com a utilização de balsas e dragas, quando então a agressão ao ecossistema aquático é mais grave e o assoreamento do rio mais rápido (Governo do Estado do Pará, 1992).

Paralelamente à instalação do processo garimpeiro, outras atividades capazes de liberar o metal que pode residir na composição normal da floresta, foram tendo gradual aumento, tais como o desmatamento, as queimadas, as barragens e a construção de hidrelétricas, também responsáveis pela emissão de quantidades significativas do metal para a atmosfera e sistemas aquáticos. Essas diferentes formas de emissão do mercúrio para o ambiente contribuem para a incorporação do metal nas drenagens e na poluição da biota aquática, que serve de veículo para levar o mercúrio na sua forma metilada, até o homem, como ápice da cadeia alimentar (Santos, 1993; Veiga *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1995; 2001; Akagi *et al.*, 1995; 1996, Brabo *et al.*, 1999a; Fostier *et al.*, 1999; Zeidemann *et al.*, 1999).

O Instituto Evandro Chagas – IEC, que integra a estrutura organizacional da Fundação Nacional de Saúde/FUNASA/Ministério da Saúde/MS, vem realizando pesquisas nas áreas biomédica e ambiental e fazendo parte do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica e Ambiental. Também possui atribuição de referência nacional para ações de laboratório de saúde pública e de vigilância epidemiológica e ambiental das doenças e agravos com importância epidemiológica na Amazônia Legal, atuando ainda como centro formador de recursos humanos e de apoio e supervisão técnica às unidades estaduais localizadas nesta região.

Neste sentido, foi criada em 1992 a Coordenação de Ecologia Humana e Meio Ambiente - COEHMA, hoje Seção de Meio Ambiente - SAMAM, com o objetivo de desenvolver estudos dos impactos ambientais na região amazônica e seus efeitos sobre a saúde da população e sobre o ambiente.

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

## **SAÚDE E MEIO AMBIENTE NA AMAZÔNIA**

A saúde humana é parte de um conjunto alternativo cujo outro extremo é a doença, e na concepção de Dubos esse processo saúde/doença pode ser medido pela avaliação do maior ou menor sucesso do homem em suas diferentes interações com o meio ambiente (Dubos, 1989). A compreensão do conjunto exige informações, as mais variadas, sobre o universo da sociedade humana, no qual fatores de natureza físico-química, biológica, sócio-econômica e cultural interferem, facilitando ou impedindo as oportunidades de sucesso e instalação da doença.

As condições de vida e o meio ambiente peculiares à região amazônica influenciam cotidianamente o desempenho das populações residentes, que coexistem com a falta de saneamento básico e seu cortejo de agravos, com as endemias locais incluindo as hepatites e a malária, com as doenças em decorrência das circunstâncias penosas do trabalho na roça, no garimpo ou na floresta, e com a precariedade de procedimentos preventivos, tudo agravado pela falta de atendimento médico. A exposição ao mercúrio é a ameaça mais recente (Santos *et al.*, 1995).

## **PROGRAMA DE TRABALHO**

Como primeiro Programa de trabalho a SAMAM/IEC vem pesquisando o perfil de saúde, inclusive a exposição ao mercúrio, de populações humanas residentes em ambientes epidemiológicos diversos, situados na bacia hidrográfica do rio Tapajós, área de poluição ambiental por mercúrio, assim como comunidades fora da área de risco do mercúrio oriundo da garimpagem, que tenham em comum o mesmo hábito alimentar, como forma de estabelecer controle para as demais pesquisas, e construir parâmetros de “normalidade” para a região. Esses estudos foram iniciados em 1992 e vêm sendo desenvolvido através de diferentes projetos.

O objetivo do Programa é conhecer a situação e identificar os riscos presentes que possam atingir a integridade da saúde humana regional e degradar a qualidade de vida das comunidades.

A área geográfica da pesquisa foi definida inicialmente como a Bacia do rio Tapajós entre Santarém e Jacareacanga, no Estado do

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

Pará, envolvendo os diferentes municípios localizados nesse percurso (Santos *et al.*, 1999a; 1999b; 2000). Posteriormente o Estado do Acre foi incluído nas investigações.

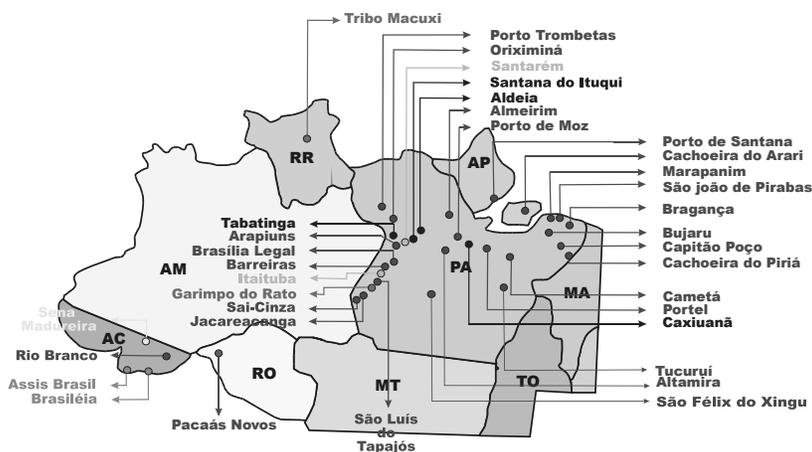
Em relação à Bacia do Tapajós, esta região foi responsável em 1980 por cerca de 50% do ouro produzido no Brasil, sendo que a maior concentração de garimpos localiza-se nos municípios de Itaituba e Jacareacanga, onde ficam as principais fontes de emissão do metal proveniente da garimpagem, nessa região (Silva *et al.*, 1989; Ramos, 1992; Santos *et al.*, 1992). De acordo com dados oficiais sobre a produção de ouro o Brasil produziu 98,2 toneladas de ouro em 1990, enquanto em 1998 esta produção foi de 49 toneladas. No mesmo período os garimpos foram responsáveis por uma produção de ouro que variou de 63,6 a 11,8 toneladas (DNPM - SEICOM 1999).

As primeiras linhas de investigação definidas pelo programa de trabalho foram as seguintes:

- 1) Investigação das populações de risco de intoxicação por mercúrio através da via respiratória. Esse grupo é composto pelos garimpeiros, sobretudo os queimadores do amálgama (ouro/mercúrio), pelas pessoas que trabalham nas casas de compra e venda de ouro e em joalherias, e pelos residentes de casas situadas nas proximidades dos locais em que o ouro é queimado, e que venham a inalar os vapores do metal dispersados pelo vento.
- 2) Investigação das populações de risco de intoxicação por mercúrio através da via alimentar. Envolve as populações ribeirinhas inclusive as indígenas, cuja principal, e as vezes única, fonte de proteínas é o pescado.
- 3) Investigação em comunidades ribeirinhas fora da área de risco de contaminação pelo mercúrio da garimpagem, com os mesmos hábitos alimentares, como forma de construir parâmetros de normalidade regional que possam servir de base para análises comparativas posteriores.
- 4) Investigação dos níveis de mercúrio da biota característica da bacia do rio Tapajós, sobretudo o pescado, já que o mesmo é a principal fonte de proteínas das populações ribeirinhas.

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

- 5) Investigação em solos e sedimentos de diferentes pontos em cada localidade estudada.
- 6) Investigação ambiental no Estado do Acre, onde não existe registro de atividade garimpeira, envolvendo solos, sedimentos, a biota aquática e populações humanas.



LEGENDA

- Localidades controles com amostras humanas, de pescado e ambientais
- Localidades de risco com amostras humanas, de pescado e ambientais
- Localidades com amostras de pescado e humanas
- Localidades com amostras de pescado e ambientais
- Localidades com amostras humanas
- Localidades com amostras ambientais
- Localidades com amostras de pescado

**METODOLOGIA DO PROGRAMA**

O método de trabalho utilizado em todas as investigações de saúde humana, no campo, foi de natureza epidemiológica, estruturado sobre a clínica, a estatística e os resultados laboratoriais.

As atividades de campo abrangeram os seguintes aspectos:

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

- a) Realização do censo da comunidade, com aplicação de ficha e visita em todas as residências, trinta dias antes da pesquisa.
- b) Apresentação de um documento de consentimento e aplicação individual de um questionário epidemiológico, incluindo informações sobre identificação, condições de vida, história ocupacional, hábitos alimentares e morbidade.
- c) Montagem de um laboratório de campo para coleta, identificação, separação e conservação de espécimes biológicos e ambientais, e para algumas análises clínicas e hematológicas.
- d) Atendimento médico com a observação de sinais e sintomas gerais e exame físico especial com atenção para disfunções da fala e da visão, disfunções do equilíbrio estático e do equilíbrio dinâmico, da coordenação motora, da sensibilidade tátil e dolorosa, do tônus muscular e da posição segmentar.
- e) Coleta de espécimes biológicos na população geral, com ou sem queixa clínica no momento.
- f) Coleta de pescado.

Entre todos os entrevistados são coletados os espécimes abaixo relacionados, segundo as respectivas finalidades:

- (a) Urina - quando houve indicação clínica ou quando era indicada para análise de mercúrio.
- (b) Cabelo - quantificação de mercúrio total.
- (c) Sangue/soro - estudos de prevalência, diagnóstico de malária, hemograma, algumas dosagens hematológicas e bioquímicas, e determinação de mercúrio.

**a) Fezes - parasitoscopia direta.**

Todos os dados obtidos são armazenados em microcomputador utilizando o banco de dados dBase, e analisados através de programas estatísticos.

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

## **PESQUISAS DESENVOLVIDAS**

Sobre as pesquisas que já desenvolvemos ou estamos desenvolvendo, e que visam a esclarecer os impactos que a presença desequilibrada do mercúrio possa estar causando à saúde humana, oferecemos a seguir algumas informações.

Quanto aos efeitos precoces da intoxicação por mercúrio em populações humanas expostas e métodos diagnósticos apropriados para a região, já foram estudadas seis populações ribeirinhas, das quais duas indígenas, uma população garimpeira, e dois grupos de queimadores de ouro.

Sobre o conhecimento dos valores de referência (background) regional, já investigamos quatro populações ribeirinhas.

Para conhecer os teores de mercúrio em peixes de todas as bacias hidrográficas da região, analisando estes resultados à luz dos conhecimentos gerados pela sua ictiologia, projeto em andamento há 3 anos, já coletamos cerca de 16.000 amostras em diferentes bacias em 3 Estados da Amazônia.

Investigar a importância dos hábitos, inclusive os alimentares, que possam justificar a ausência de formas clínicas em indivíduos que apresentam indicadores biológicos de exposição acima dos recomendados pela OMS, é um projeto ainda com poucos dados.

Com a proposta de mapear as diferentes formas de liberação do Hg para o ambiente (queimadas, desmatamentos, hidrelétricas, barragens e garimpagem), iniciamos recentemente um estudo utilizando técnicas de georeferenciamento.

Para avaliar os teores de mercúrio nos diferentes compartimentos ambientais e o seu potencial de acumulação e mobilização e introdução nos ecossistemas aquáticos, nas áreas trabalhadas são estudados os teores de Hg das diferentes matrizes (solos, sedimentos, água).

Para conhecer os mecanismos de absorção, eliminação e metilação do mercúrio em organismos vegetais e animais terrestres, estamos em fase de preparação de um Projeto juntamente com o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

Outro projeto de estudo que está sendo desenhado junto com o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), é a investigação de outros elementos presentes nos alimentos da região que possam interferir na eliminação do mercúrio, como é o caso do Selênio.

Avaliar o potencial das condições meteorológicas na dispersão do mercúrio na Amazônia, e conhecer as emissões de mercúrio para o meio ambiente amazônico em relação ao balanço global, são estudos que ainda não iniciamos.

### **POPULAÇÕES DE RISCO DE INTOXICAÇÃO POR MERCÚRIO**

As populações garimpeiras são compostas predominantemente por adultos jovens. Há uma concentração muita alta de imigrantes da região nordeste do país entre esses trabalhadores, assim como um percentual significativo de analfabetos (Couto *et al.*, 1988). A alimentação é composta sobretudo por feijão, arroz, farinha, milho e, às vezes, carne de boi ou galinha. A constituição física desses trabalhadores permite supor um estado nutricional que se aproxima do normal (Santos *et al.*, 1995).

As casas de compra e venda de ouro, entretanto, estão situadas em cidades, levando o risco de contaminação pelo metal até os moradores urbanos.

Entre os trabalhadores urbanos, os valores mais elevados de Hg foram observados em Santarém, onde os estabelecimentos apresentaram pior situação quanto a equipamentos de proteção e de processamento do ouro, quando comparado a Itaituba. Em ambos os lugares, a exposição de indivíduos que praticavam a queima do amálgama e apresentavam os níveis mais altos foi considerada mais intensa em relação àquela observada entre os garimpeiros, cujos teores médios de mercúrio foram 11,7 vezes menores que os encontrados entre os queimadores de Santarém e 5,2 vezes menores em relação aos apresentados pelos queimadores de Itaituba (Jesus *et al.*, 2001).

Apesar da maior produção de ouro no momento deste estudo ter sido observada na lojas de Itaituba, lá também verificaram-se as

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

melhores condições de proteção individual para o trabalho, bem como equipamentos e instalações.

A via respiratória na grande maioria das vezes é menos grave, mais susceptível de ser tratada, e, quase sempre basta afastar o paciente da área de risco e o problema regride. Os casos graves e irreversíveis de hidrargirismo por essa via são encontrados entre pessoas que estiveram submetidas ao risco durante muito tempo e nas quais já aconteceram danos irreparáveis em órgãos importantes, inclusive no sistema nervoso. É um problema de medicina do trabalho. Equipamentos de proteção já existentes, quando usados, previnem ou diminuem o risco.

A via alimentar é a segunda via através da qual o mercúrio, já agora em sua forma orgânica, ingressa no organismo humano, através do consumo de peixe. É uma via de alcance mais amplo, envolve as populações ribeirinhas inclusive as indígenas, cuja principal, e as vezes única, fonte de proteínas é o pescado, cujo consumo constitui hábito cultural antigo (Santos *et al*, 1999b; Brabo *et al*, 1999 a; 1999b; 1999c; Santos *et al*, 2000).

A exposição ao mercúrio por essa via é uma ameaça de consciência recente e a mais alarmante, na medida em que se propaga contaminando o meio ambiente, não pode ser controlado apenas por recomendações de saúde individual ou coletiva, e cuja solução envolve os interesses econômicos de uma atividade produtiva de fiscalização difícil como é o processo garimpeiro.

O risco à saúde em decorrência da concentração de mercúrio nos rios da região ainda não é objeto de monitoramento regular pelos serviços de saúde, cujos profissionais não estão preparados para fazer o diagnóstico diferencial ou associativo dessa nova patologia com as principais endemias prevalentes na região.

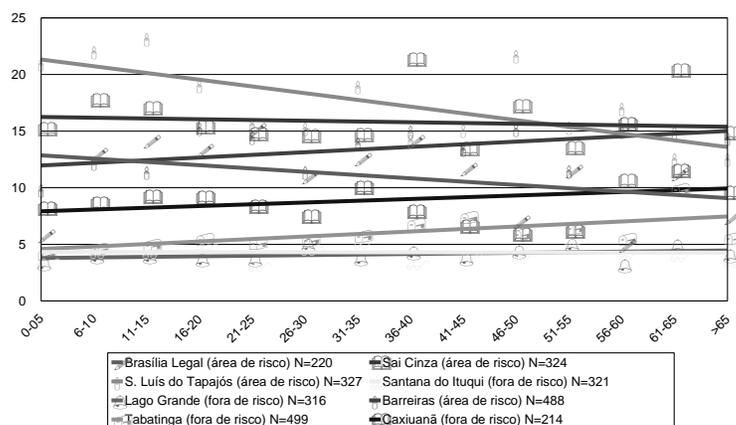
O aumento da concentração de mercúrio metálico na calha do Tapajós, iniciado há quase 40 anos atrás, hoje pode ser medido na biota aquática. O pescado, por ser a principal fonte de proteínas das comunidades ribeirinhas, se transformou no veículo potencial para o aumento do risco da exposição ao metilmercúrio nestas populações humanas.

Foram estudadas quatro comunidades ribeirinhas, Brasília Legal, São Luís do Tapajós, Barreiras e uma aldeia indígena

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

Mundurucu denominada Sai Cinza, nas quais a dieta alimentar - pouco variada e muito pobre em verduras - tinha como principal fonte protéica o pescado. Em todas elas o consumo de peixes, medido pelo número de ingestões, é alto, variando em média de 11 a 14 vezes por semana.

A pesquisa laboratorial de mercúrio nos cabelos das quatro populações residentes em área de risco de poluição, distribuídas por faixa etária, mostra uma média elevada e um gradiente de níveis de acumulação do mercúrio nos organismos individuais, que tende a crescer na primeira parte da curva, a medida em que a idade aumenta, e diminui na segunda metade da série. Pode-se indagar a hipótese de que o segmento da população com 30/40 anos, ou mais, nasceu de mães cujo organismo ainda não possuía teores alterados de mercúrio, acumulando a partir daí o metal, na medida em que o tempo passa e o mesmo aumenta na biota aquática (peixes), enquanto que os nascidos nos últimos vinte e cinco anos já nascem com teores de mercúrio alterados, herança do acúmulo do metal proveniente do organismo materno. A exceção dessa regra é a comunidade de Barreiras, que ainda está sendo estudada, e que parece possuir uma relação de exposição ao metal, mais antiga (Gráfico 1).



**Gráfico 1 – Concentrações de mercúrio em tecido capilar segundo faixa etária, em cinco populações ribeirinhas da Amazônia, dentro e fora da área de risco, Pará, Brasil, 1994-2000.**

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

A investigação dos aspectos clínicos, que não encontrou nos indivíduos examinados a forma aguda da doença, ou sinais e sintomas que pudessem ser associados à intoxicação por mercúrio, recomenda a necessidade de testes clínicos capazes de detectar as formas sub-clínicas da intoxicação, sem esquecer o diagnóstico diferencial com outros agravos presentes.

É necessário conhecer melhor as variáveis que influem nos mecanismos de absorção do mercúrio orgânico pelo organismo humano, a possível influência dos hábitos alimentares sobre esses mecanismos, e até saber se o poli-parasitismo intestinal freqüente nessas comunidades exerce alguma influência no processo todo.

### **COMUNIDADES RIBEIRINHAS FORA DA ÁREA DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO PELO MERCÚRIO DA GARIMPAGEM.**

A política de ocupação da Amazônia iniciada nos anos 70, facilitou a instalação de diversas atividades capazes de liberar o mercúrio para o meio ambiente, inclusive a garimpagem do ouro, o que resultou no aumento significativo das emissões desse metal para a atmosfera e sistemas aquáticos, e na incorporação lenta e progressiva do mesmo em diferentes compartimentos ambientais.

A medida em que a academia criava a consciência sobre o risco da contaminação da região, pelo mercúrio, particularmente o da garimpagem, inúmeros projetos de pesquisa foram sendo desenvolvidos, muitos dos quais pontuais, outros mais abrangentes. Entretanto, a busca pelos níveis de contaminação excluiu a procura dos parâmetros de normalidade pré-existentes, que, em algumas áreas já se perdeu completamente.

A Seção de Meio Ambiente do IEC vem investigando comunidades fora da área de risco do mercúrio oriundo da garimpagem, que tenham em comum o mesmo hábito alimentar, como forma de estabelecer controle para as demais pesquisas, e construir parâmetros de "normalidade" para a região. O trabalho que se segue faz parte dessa linha de investigação.

Entretanto, para a construção desses parâmetros, muitas outras variáveis precisam ser levadas em conta, entre elas as diferenças físico-químicas que caracterizam as diversas bacias

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

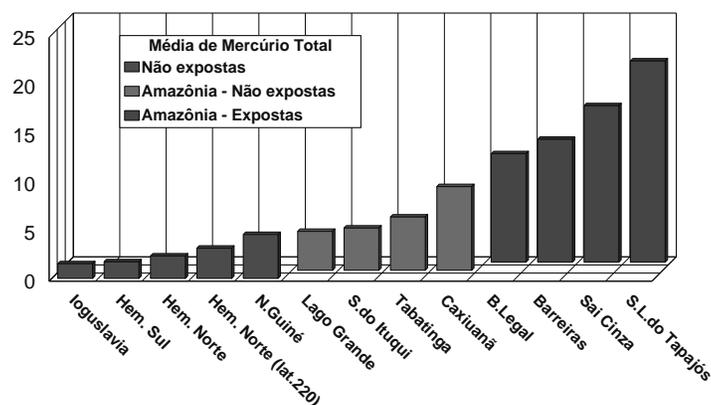
hidrogáficas da região, e o conhecimento da localização das várias fontes de liberação do mercúrio para o meio ambiente. Esses levantamentos já começaram a ser realizados.

As quatro populações estudadas, Santana de Ituqui, Aldeia do Lago Grande, Tabatinga de Juruti e Caxiuanã, apresentavam um padrão semelhante que serve como critério para comparação com aquelas descritas nos estudos realizados em áreas sob influência do mercúrio, isto é, são populações ribeirinhas, apresentam um padrão social e econômico razoavelmente semelhante e seus hábitos alimentares são caracterizados por um elevado consumo semanal de pescado.

As médias dos teores de mercúrio total nos peixes foram menores que aquelas encontradas em estudos em áreas impactadas por mercúrio, com exceção da comunidade de Caxiuanã, que embora tivesse uma média semelhante às outras 3 áreas estudadas, apresentava amostras de peixes com teores de até 2.529 µg/g, fato observado, e para o qual ainda não se tem uma explicação plausível.

Quanto aos teores de mercúrio no cabelo, com exceção de Caxiuanã, as outras comunidades apresentaram médias cerca de 3 vezes abaixo das encontradas em Brasília Legal e Barreiras, 4 vezes menor do que em Sai Cinza e 4.5 vezes menor do que em São Luís do Tapajós, que são populações sob influência da garimpagem de ouro. Entretanto, em alguns indivíduos foram observados valores que parecem mostrar que os mesmos estão submetidos a algum grau de exposição, sem haver a possibilidade neste momento de se esclarecer se existe um foco de exposição ou esta distribuição é característica da região. Novos estudos devem ser desenvolvidos para compreensão dos teores de mercúrio nas amostras ambientais e biológicas encontradas em Caxiuanã (Gráfico 2).

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editores



Fonte: Horvat et al.; Ayrey; Suzuki et al.; Santos et al.

### Gráfico 2 – Teores de mercúrio total em cabelos de populações expostas e não expostas ao mercúrio

As discussões sobre valores de referência para estes indicadores de “normalidade” incluem várias outras questões além da definição dos limites de referência. É possível que, após investigações em um número maior de comunidades, se conclua que a “normalidade” na Amazônia, quando se refere a limites, seja superior aos preconizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A população da Amazônia, notadamente os ribeirinhos, possui um padrão de alimentação que em muito difere das populações a que os limites da OMS se referem, além de outras características como peso, altura, etc que são de elevada importância para definição de valores de referência (Santos *et al*, 2001).

Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,  
Editores

**Tabela 1 - Banco de Amostras Humanas da Seção De Meio Ambiente/Iec/Fns/Ms e Teores Médios de Hg - 1992 A 2001.**

LOCAL DA INVESTIG.	TIPO DE POPULAÇÃO	SEXO MASC.	SEXO FEM.	TOT.	MÉDIA DE Hg
Igarapé do Rato – Itaituba	Garimpeira	149	74	223	6,51µg/l
Cidade de Santarém	Queimadores de ouro	42	8	50	57,52µg/l
Cidade de Santarém	Controle dos queimadores	20	18	38	4,82µg/l
Brasília Legal - Aveiro	Ribeirinha	93	153	246	11,75µg/g
Cidade de Itaituba	Queimadores de ouro	72	10	82	27,85µg/l
Aldeia Munduruku de Sai Cinza – Itaituba	Ribeirinha Indígena	137	193	330	16,0 µg/g
São Luís do Tapajós – Itaituba	Ribeirinha	139	194	333	19,91µg/g
Santana do Itaquí-Santarém	Ribeirinha(contr ole)	155	171	326	4,33µg/g
Comunidade de Aldeia - Monte Alegre	Lacustre (controle)	182	145	327	3,98µg/g
Pacas Novos – Rondônia	Ribeirinha Indígena	477	581	1.058	8,37µg/g
Rio Branco - Acre	População Urbana	962	1.480	2.442	2,4 µg/g

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

**Tabela 1 - Banco de Amostras Humanas da Seção De Meio Ambiente/Iec/Fns/MS e Teores Médios de Hg - 1992 A 2001 (cont.)**

LOCAL DA INVESTIG.	TIPO DE POPULAÇÃO	SEXO MASC.	SEXO FEM.	TOT.	MÉDIA DE Hg
Nova visita a São Luís do Tapajós –Itaituba	Ribeirinha	163	213	376	19,81µg/g
Tabatinga - Juruti	Ribeirinha (controle)	234	329	563	5,37µg/g
Caxiuanã	Ribeirinha (controle)	117	105	222	8,56µg/g
Barreiras - Itaituba	Ribeirinha	222	269	491	12,58µg/g
Tribo Macuxi – Roraima	Ribeirinhos Indígena	27	23	50	1,65µg/g
Cachoeira do Piriá	Urbana Ex - Área Garimpeira	433	482	915	Em andamento
Vila do Elesbão	Ribeirinhos	881	1.167	2.048	Em andamento
TOTAL		4.505	5.615	10.120	

#### **INVESTIGAÇÃO DOS NÍVEIS DE MERCÚRIO NA BIOTA DE DIFERENTES BACIAS NO ESTADO DO PARÁ**

A medida em que o Programa acumulava informações, ficou claro que - em se tratando da avaliação da saúde humana em áreas ribeirinhas de risco de poluição por mercúrio – o indicador da situação seria o pescado. Nesse momento o Programa incorporou a investigação de peixes nos principais rios do Estado do Pará: Amazonas, Trombetas,

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

Xingu, Guamá, Tapajós, Araguaia, Caxiuanã (reserva), Arapiuns e Tocantins, assim como amostras de pescado da área do salgado (Oceano Atlântico). O mapa acima contém informações sobre sobre os pontos de coleta de pescado.

Este trabalho vem sendo realizado não só para conhecer a extensão do problema no que diz respeito ao meio ambiente, mas também como forma de avaliar riscos para as populações humanas. O trabalho de coleta já foi concluído no Estado do Pará, e está na fase de análise. Os dados preliminares estão parcialmente apresentados em diferentes tabelas, e sem comentários (Tabelas 2-5).

**Tabela 2. Amostras de peixes procedentes de 14 bacias de drenagem do Estado do Pará, Amazônia Brasileira**

BACIA DE DRENAGEM	NÚMERO DE AMOSTRAS	PERÍODO DE COLETA
Rio Tapajós	5.912	1995-1999
Bacia do Tapajós - Rio Arapiuns	418	1999
Rio Amazonas	792	1998-1999
Bacia do Amazonas - Rio Trombetas	941	1999
Rio Caxiuanã	408	1998-1999
Rio Xingu	1.072	1999
Rio Araguaia	486	1999
Rio Tocantins	754	1999
Rio Marapanim	272	1999
Rio Pirabas	298	1999
Rio Caeté	304	1999
Rio Guamá	536	1999
Rio Pará	522	1999
Rio Marajó	650	1999
<b>TOTAL</b>	<b>13.129</b>	<b>1995 - 1999</b>

**OBS.** Dados incompletos.

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editores

**Tabela 3. Níveis de mercúrio em peixes carnívoros procedentes de localidades ribeirinhas do rio Tapajós, Estado do Pará, Amazônia Brasileira (média Hg µg/g), 1995 -1999**

LOCALIDADE	PIRARARA n = 7	TRAÍRA n = 61	CURVINA* n = 50	TUCUNARÉ n = 667	SURUBIM n = 149
Sai Cinza	-	0,322	-	0,267	0,385
Jacareacanga	0,407	0,400	0,128	0,475	0,777
São Luís do Tapajós	-	0,259	0,170	0,599	0,488
Itaituba	-	-	-	0,597	0,644
Barreiras	0,365	-	0,113	0,502	0,820
Brasília Legal	-	0,537	0,109	0,583	0,694
Aveiro	0,510	0,515	-	0,446	0,283
Santarém	-	0,244	-	0,250	0,227
<b>Média Geral</b>	<b>0,460</b>	<b>0,368</b>	<b>0,122</b>	<b>0,464</b>	<b>0,539</b>

OBS : \* Peixe carnívoro com hábitos especiais

**Tabela 4. Níveis de mercúrio em peixes carnívoros procedentes de localidades ribeirinhas do rio Tapajós, Estado do Pará, Amazônia Brasileira (média hg µg/g), 1995 - 1999**

LOCALIDADE	ARUMARÃ n = 18	PIRARUCU n = 15	MAPARÁ n = 12	PACU-BRANCO n = 10	CUJUBA n = 29
Sai Cinza	-	-	-	-	-
Jacareacanga	0,835	-	-	0,241	0,143
São Luís do Tapajós	1,116	-	0,047	-	-
Itaituba	-	-	-	-	-
Barreiras	-	0,256	0,751	-	-
Brasília Legal	-	0,750	0,255	-	0,102
Aveiro	-	0,099	0,328	-	0,076
Santarém	-	-	0,215	-	-
<b>Média Geral</b>	<b>0,851</b>	<b>0,312</b>	<b>0,254</b>	<b>0,241</b>	<b>0,083</b>

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

**Tabela 5. Níveis de mercúrio em peixes carnívoros procedentes de localidades ribeirinhas do rio Tapajós, Estado do Pará, Amazônia Brasileira (média hg µg/g), 1995 - 1999**

LOCALIDADE	SARDA n = 127	ARUANÃ n = 64	JACUNDÁ n = 25	PIRANHA n = 340	PESCADA n = 106	PESCA DINHA n = 16
Sai Cinza	-	0,174	-	0,219	-	-
Jacareacanga	1,751	0,426	0,360	0,502	1,429	-
São Luís do Tapajós	0,484	-	-	0,560	0,478	0,132
Itaituba	0,647	-	-	0,599	0,660	-
Barreiras	0,614	-	-	0,932	-	-
Brasília Legal	0,644	0,595	-	0,823	0,455	-
Aveiro	0,464	0,180	-	0,308	0,450	-
Santarém	0,297	0,137	-	0,182	-	-
Média Geral	0,466	0,346	0,360	0,503	0,526	0,132

#### BIBLIOGRAFIA

- AIREY, D. 1983. Total Mercury concentrations in human hair from 13 countries in relation to fish consumption and location. *Sci. total Environ.*, 31: 157-180.
- AKAGI, H.; MALM, O.; BRANCHES, F.J.P.; KINJO, Y.; KASHIMA, Y.; GUIMARÃES, J.R.D.; OLIVEIRA, R.B.; HARAGUCHI, K.; PFEIFFER, W.C.; TAKIZAWA, Y. & KATO, H. 1995. Human exposure to mercury due to goldmine in the Tapajós River Basin, Amazon, Brazil: speciation of mercury in human hair, blood and urine. *Water, Air, and Soil Pollution*. 80: 85-94.
- AKAGI, H., MALM, O. & BRANCHES, F.J.P. 1996. Human exposure to mercury due to mining in the Amazon, Brazil - A Review. *Environmental Sciences*, 3: 199-211.
- BRABO, E.S.; SANTOS, E.O; JESUS, I.M.; MASCARENHAS, A.F. & FAIAL, K.F. 1999a. Níveis de mercúrio em peixes consumidos pela Comunidade Indígena de Sai Cinza, Município de Jacareacanga, Estado do Pará – Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*.15(2):325-331.

*Roberto C. Villas Bôas, Christian Beinhoff, Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

- BRABO, E.S.; SANTOS, E.C.O; JESUS, I.M; FAIAL, K.R.F.; & MASCARENHAS, A.F.S.1999b. Mercury in fish of areas without gold mining in Amazon Region - Amazon Basin. Anais da 5ª International Conference Mercury As a Global Pollutant - Biota, Food Chain, Bioaccumulation, Biomonitoring. Rio de Janeiro, Brasil.
- BRABO, E.S.; SANTOS, E.C.O; JESUS, I.M; Faial, K.R.F.; & MASCARENHAS, A.F.S.1999c. Exposure to mercury of an Indian Community in Amazon due Fish Consumption. Munduruku Reservation, State of Pará (5ª International Conference on Mercury as a Global Pollutant - Human Health: Exposure Issues). Rio de Janeiro - Brasil.
- CÂMARA, V.M. & COREY, G., 1992. Epidemiologia e Meio Ambiente. O Caso dos Garimpos de Ouro no Brasil. Metepec, México: Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde/ECO/OPS.
- COUTO, R. C. S. et al. 1988. Intoxicação Mercurial : Resultados preliminares em duas áreas garimpeiras no Estado do Pará. Pará Desenvolvimento. IDESP, N° 23, 63 - 67.
- Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM.Pará. Secretaria Executiva de Indústria, Comércio e Mineração - SEICOM 1999. Sumário Mineral: Belém, 21 p. ilustr.
- DUBOS, René. 1989. El Hombre em Adaptacion. México, Fondo del Cultura Económica. 2ª edición aumentada.
- FOSTIER, OLIVEIRA, S.M.B.; GUIMARÃES, J.R.D.; FORTI, M.C.; MELFI, A.J.; BOULET, R.; FAVARO, D.I.T.; KRUG, F.J. 1999. Mercury accumulation in natural forested Amazonian soils.. Mercury as a Global Pollutant –5<sup>th</sup> International Conference, Rio de Janeiro, Brazil, p 522.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ.1992. Secretária de Indústria, Comércio e Mineração-SEICOM. Programa de Controle Ambiental da Garimpagem no Rio Tapajós (Canga-Tapajós). Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial do Tapajós. 185p.
- HORVART, M.; MAY, M.; STOEPLER, A. & BYRNE, R. 1988. Comparative studies of methylmercury in biological and

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

environmental samples. *Applied Organometallic Chemistry*. 2:515-524.

JESUS, I.M., SANTOS, E.C.O., BRABO, E.S., LOUREIRO, E.C.B., CÂMARA, V.M., MASCARENHAS, A.F.S., SILVA, D.F.L., CLEARY, D.2001. Exposure to elemental mercury in urban workers and gold miners from the Tapajós Region, Pará, Brazil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* (2001) 67:317-323.

RAMOS, J.F.F. 1992. Garimpagem: poluição química e física. Apresentado no Seminário Internacional sobre Meio Ambiente, Pobreza e Desenvolvimento - SINDAMAZÔNIA. Belém - PA, 16-19fev.

SANTOS, E.C.O.; TRAVASSOS DA ROSA, J.F.; JESUS, I.M.; LOUREIRO, E.C.B., 1992. A saúde das populações da Amazônia Brasileira *in Enfoque integral de la salud humana en la Amazonia* L. Yarzabal, C. Espinal y L.E. Aragon (Eds.) UNAMAZ: p.95-156.

SANTOS, E.O., 1993. Garimpagem e Saúde. In: Consequências da Garimpagem no Âmbito Social e Ambiental da Amazônia (Armin Mathis & Regine Rehaag orgs.) pp.36-37, Belém:Ed. CEJUP.

SANTOS, E.O., LOUREIRO, E.C.B., JESUS, I.M., BRABO, E.S., SILVA, R.S.U., SOARES, M.C.P., CÂMARA, V.M., SOUZA, M.R. AND BRANCHES, F. 1995. Diagnóstico das condições de saúde de uma comunidade garimpeira na Região do Tapajós, Itaituba, Pará-Brasil (1992). *Cadernos de Saúde Pública*. 11(2):212-225.

SANTOS, E.C.O; JESUS, I.M.; BRABO, E.S.; CÂMARA, V.M.; LOUREIRO, E.C.B.; SILVA, D.F.L; SOUZA, M.R.S; BRANCHES, F. & CLEARY, D. 2000. Mercury exposure in riverside Amazon communities in Pará-Brazil. *Environmental Research*. V.84 (2):100-107.

SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; WERICH, J. & MASCARENHAS, A.F.S.1999a. Hair as indicator of exposure to the mercury through the ingestion of fish in two areas which do not suffer impact from mining activity. State of Pará - Brazil. (5<sup>a</sup> International Conference on Mercury as a Global Pollutant - Human Health: Exposure Issues). Rio de Janeiro - Brasil.

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors

- SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; WERICH, J. & MASCARENHAS, A.F.S. 1999b. Descriptive study of the levels of exposure to the mercury among two riverside communities of Amazônia. (5<sup>a</sup> International Conference on Mercury as a Global Pollutant - Human Health: Exposure Issues). Rio de Janeiro - Brasil.
- SANTOS, E.C.O.; JESUS, I.M.; BRABO, E.B.; CÂMARA, V.M.; LOUREIRO, E.C.B.; MASCARENHAS, A.F.S.; FAIAL, K.F.; SILVA, A.P.; LUIZ, R.R.; HIGUCHI, H. 2001. Exposure to mercury in the urban population of Rio Branco city, State of Acre, Brazil, Bull. Environ. Contam. Toxicol. (no prelo).
- SANTOS, E.O.; CÂMARA, V.M.; JESUS, I.M.; BRABO, E.S.; LOUREIRO, E.C.B.; MASCARENHAS, A.F.; FAIAL, A.F.S.; SÁ FILHO, G.C.; SAGICA, F.E.S.; LIMA, M.º; HIGUCHI, H., 2001. A contribution for the establishment of reference values for total mercury levels in hair and fishes in Amazonia. Environmental Research (no prelo).
- SILVA, A.R.B. et al. 1989. O mercúrio no garimpo e suas implicações ambientais, Apresentado no I Encontro das Organizações não Governamentais Conservacionistas. Altamira-PA, 20 a 25 de fevereiro.
- SUZUKI, T.; WATANABE, S.; HONGO, T.; KAWABE, T.; INAOKA, T.; OHTSUKA, R. & AKIMICHI, T. 1988. Mercury in scalp hair of Papuans in the Fey Estuary, Papua new Guinea. Asia-Pacific Journal Public Health. 2:39-47.
- VEIGA, M.M., MEECH, J. A. & ONATE, N. 1994. Deforestation: a major source of mercury pollution in the Amazon. *Nature*. 368: 816-817.
- ZEIDEMANN, V.K., FORSBERG, B.R., ROULET, M., LUCOTTE, M.; JARDIM, W.F. 1999. The geochemistry of mercury in soils of the Negro River Basin ( Brazilian Amazon) and its role in the regional mercury cycle. Mercury as a Global Pollutant –5<sup>th</sup> International Conference, Rio de Janeiro, Brazil, p 561 .

*Roberto C. Villas Bôas , Christian Beinhoff , Alberto Rogério da Silva,*  
Editors